

Нормы МАГАТЭ по безопасности

для защиты людей и охраны окружающей среды

Программа по водно-химическому режиму для атомных электростанций с водоохлаждаемыми реакторами

Специальное руководство по безопасности
№ SSG-13



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ И ДРУГИЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

В соответствии со статьей III своего Устава МАГАТЭ уполномочено устанавливать или принимать нормы безопасности для защиты здоровья и сведения к минимуму опасностей для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

Публикации, посредством которых МАГАТЭ устанавливает нормы, выпускаются в Серии норм МАГАТЭ по безопасности. В этой серии охватываются вопросы ядерной безопасности, радиационной безопасности, безопасности перевозки и безопасности отходов. **Категории публикаций в этой серии - это Основы безопасности, Требования безопасности и Руководства по безопасности.**

Информацию о программе МАГАТЭ по нормам безопасности можно получить на сайте МАГАТЭ в Интернете

<http://www-ns.iaea.org/standards/>

На этом сайте содержатся тексты опубликованных норм безопасности и проектов норм безопасности на английском языке. Тексты норм безопасности выпускаются на арабском, испанском, китайском, русском и французском языках, там также можно найти глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности и доклад о ходе работы над еще не выпущенными нормами безопасности. Для получения дополнительной информации просьба обращаться в МАГАТЭ по адресу: P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria.

Всем пользователям норм МАГАТЭ по безопасности предлагается сообщать МАГАТЭ об опыте их использования (например, в качестве основы для национальных регулирующих положений, для составления обзоров безопасности и учебных курсов) в целях обеспечения того, чтобы они по-прежнему отвечали потребностям пользователей. Эта информация может быть направлена через сайт МАГАТЭ в Интернете или по почте (см. адрес выше), или по электронной почте по адресу Official.Mail@iaea.org.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ДАННОЙ ТЕМЕ

МАГАТЭ обеспечивает применение норм и в соответствии со статьями III и VIII.C своего Устава предоставляет сведения и способствует обмену информацией, касающейся мирной деятельности в ядерной области, и служит в этом посредником между своими государствами-членами.

Доклады по вопросам безопасности и защиты в ядерной деятельности выпускаются в качестве **докладов по безопасности**, в которых приводятся практические примеры и подробные описания методов, которые могут использоваться в поддержку норм безопасности.

Другие публикации МАГАТЭ по вопросам безопасности выпускаются в качестве **докладов по радиологическим оценкам, докладов ИНСАГ - Международной группы по ядерной безопасности, технических докладов** и документов серии **TECDOC**. МАГАТЭ выпускает также доклады по радиологическим авариям, учебные пособия и практические руководства, а также другие специальные публикации по вопросам безопасности. Публикации по вопросам физической безопасности выпускаются в **Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности**.

ПРОГРАММА ПО ВОДНО-ХИМИЧЕСКОМУ
РЕЖИМУ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
С ВОДООХЛАЖДАЕМЫМИ РЕАКТОРАМИ

Членами Международного агентства по атомной энергии являются следующие государства:

АВСТРАЛИЯ	КАМБОДЖА	ПЕРУ
АВСТРИЯ	КАМЕРУН	ПОЛЬША
АЗЕРБАЙДЖАН	КАНАДА	ПОРТУГАЛИЯ
АЛБАНИЯ	КАТАР	РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА
АЛЖИР	КЕНИЯ	РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
АНГОЛА	КИПР	РУАНДА
АРГЕНТИНА	КИТАЙ	РУМЫНИЯ
АРМЕНИЯ	КОЛУМБИЯ	САЛЬВАДОР
АФГАНИСТАН	КОНГО	САН-МАРИНО
БАГАМСКИЕ ОСТРОВА	КОРЕЯ, РЕСПУБЛИКА	САУДОВСКАЯ АРАВИЯ
БАНГЛАДЕШ	КОСТА-РИКА	СВАЗИЛЕНД
БАХРЕЙН	КОТ-Д'ИВУАР	СВЯТОЙ ПРЕСТОЛ
БЕЛАРУСЬ	КУБА	СЕЙШЕЛЬСКИЕ ОСТРОВА
БЕЛИЗ	КУВЕЙТ	СЕНЕГАЛ
БЕЛЬГИЯ	КЫРГЫЗСТАН	СЕРБИЯ
БЕНИН	ЛАТВИЯ	СИНГАПУР
БОЛГАРИЯ	ЛАОССКАЯ НАРОДНО- ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	СИРИЙСКАЯ АРАБСКАЯ РЕСПУБЛИКА
БОЛИВИЯ	РЕСПУБЛИКА	СЛОВАКИЯ
БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА	ЛЕСОТО	СЛОВЕНИЯ
БОТСВАНА	ЛИБЕРИЯ	СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО ВЕЛИКОБРИТАНИИ И СЕВЕРНОЙ
БРАЗИЛИЯ	ЛИВАН	ИРЛАНДИИ
БУРКИНА-ФАСО	ЛИВИЯ	СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ
БУРУНДИ	ЛИТВА	СУДАН
БЫВШАЯ ЮГОСЛ. РЕСП.	ЛИХТЕНШТЕЙН	СЬЕРРА-ЛЕОНЕ
МАКЕДОНИЯ	ЛЮКСЕМБУРГ	ТАДЖИКИСТАН
ВЕНГРИЯ	МАВРИКИЙ	ТАИЛАНД
ВЕНЕСУЭЛА	МАВРИТАНИЯ	ТОГО
ВЬЕТНАМ	МАДАГАСКАР	ТРИНИДАД И ТОБАГО
ГАБОН	МАЛАВИ	ТУНИС
ГАИТИ	МАЛАЙЗИЯ	ТУРЦИЯ
ГАНА	МАЛИ	УГАНДА
ГВАТЕМАЛА	МАЛЬТА	УЗБЕКИСТАН
ГЕРМАНИЯ	МАРОККО	УКРАИНА
ГОНДУРАС	МАРШАЛЛОВЫ ОСТРОВА	УРУГВАЙ
ГРЕЦИЯ	МЕКСИКА	ФИДЖИ
ГРУЗИЯ	МОЗАМБИК	ФИЛИППИНЫ
ДАНИЯ	МОНАКО	ФИНЛЯНДИЯ
ДЕМОКРАТИЧЕСКАЯ	МОНГОЛИЯ	ФРАНЦИЯ
РЕСПУБЛИКА КОНГО	МЬЯНМА	ХОРВАТИЯ
ДОМИНИКА	НАМИБИЯ	ЦЕНТРАЛЬНОАФРИКАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ДОМИНИКАНСКАЯ	НЕПАЛ	ЧАД
РЕСПУБЛИКА	НИГЕР	ЧЕРНОГОРИЯ
ЕГИПЕТ	НИГЕРИЯ	ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА
ЗАМБИЯ	НИДЕРЛАНДЫ	ЧИЛИ
ЗИМБАБВЕ	НИКАРАГУА	ШВЕЙЦАРИЯ
ИЗРАИЛЬ	НОВАЯ ЗЕЛАНДИЯ	ШВЕЦИЯ
ИНДИЯ	НОРВЕГИЯ	ШРИ-ЛАНКА
ИНДОНЕЗИЯ	ОБЪЕДИНЕННАЯ РЕСПУБЛИКА	ЭКВАДОР
ИОРДАНИЯ	ТАНЗАНИЯ	ЭРИТРЕЯ
ИРАК	ОБЪЕДИНЕННЫЕ	ЭСТОНИЯ
ИРАН, ИСЛАМСКАЯ	АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ	ЭФИОПИЯ
РЕСПУБЛИКА	ОМАН	ЮЖНАЯ АФРИКА
ИРЛАНДИЯ	ПАКИСТАН	ЯМАЙКА
ИСЛАНДИЯ	ПАЛАУ	ЯПОНИЯ
ИСПАНИЯ	ПАНАМА	
ИТАЛИЯ	ПАРАГВАЙ	
ЙЕМЕН	ПАПУА-НОВАЯ ГВИНЕЯ	
КАЗАХСТАН		

Устав Агентства был утвержден 23 октября 1956 года на Конференции по выработке Устава МАГАТЭ, которая состоялась в Центральных учреждениях Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке. Устав вступил в силу 29 июля 1957 года. Центральные учреждения Агентства находятся в Вене. Главной целью Агентства является достижение “более скорого и широкого использования атомной энергии для поддержания мира, здоровья и благосостояния во всем мире”.

СЕРИЯ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ, № SSG-13

ПРОГРАММА ПО
ВОДНО-ХИМИЧЕСКОМУ РЕЖИМУ
ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
С ВОДООХЛАЖДАЕМЫМИ
РЕАКТОРАМИ

СПЕЦИАЛЬНОЕ РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА, 2014 ГОД

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ АВТОРСКОМ ПРАВЕ

Все научные и технические публикации МАГАТЭ защищены в соответствии с положениями Всемирной конвенции об авторском праве в том виде, как она была принята в 1952 году (Берн) и пересмотрена в 1972 году (Париж). Впоследствии авторские права были распространены Всемирной организацией интеллектуальной собственности (Женева) также на интеллектуальную собственность в электронной и виртуальной форме. Для полного или частичного использования текстов, содержащихся в печатных или электронных публикациях МАГАТЭ, должно быть получено разрешение, которое обычно является предметом соглашений о роялти. Предложения о некоммерческом воспроизведении и переводе приветствуются и рассматриваются в каждом отдельном случае. Вопросы следует направлять в Издательскую секцию МАГАТЭ по адресу:

Группа маркетинга и сбыта
Издательская секция
Международное агентство по атомной энергии
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
факс: +43 1 2600 29302
тел.: +43 1 2600 22417
эл. почта: sales.publications@iaea.org
веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

© МАГАТЭ, 2014

Напечатано МАГАТЭ в Австрии
февраль 2014 года
STI/PUB/1469

ПРОГРАММА ПО ВОДНО-ХИМИЧЕСКОМУ
РЕЖИМУ ДЛЯ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С
ВОДООХЛАЖДАЕМЫМИ РЕАКТОРАМИ
МАГАТЭ, ВЕНА, 2014
STI/PUB/1469
ISBN 978-92-0-400914-9
ISSN 1020-5845

ПРЕДИСЛОВИЕ

ЮКИЯ АМАНО ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ДИРЕКТОР

Устав МАГАТЭ уполномочивает Агентство «устанавливать или применять ... нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества» – нормы, которые МАГАТЭ должно использовать в своей собственной работе и которые государства могут применять посредством их включения в свои регулирующие положения в области ядерной и радиационной безопасности. МАГАТЭ осуществляет это в консультации с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями. Всеобъемлющий свод высококачественных и регулярно пересматриваемых норм безопасности наряду с помощью МАГАТЭ в их применении является ключевым элементом стабильного и устойчивого глобального режима безопасности.

МАГАТЭ начало осуществлять свою программу по нормам безопасности в 1958 году. Значение, уделяемое качеству, соответствию поставленной цели и постоянному совершенствованию, лежит в основе широкого применения норм МАГАТЭ во всем мире. Серия норм безопасности теперь включает единообразные основополагающие принципы безопасности, которые выработаны на основе международного консенсуса в отношении того, что должно пониматься под высоким уровнем защиты и безопасности. При твердой поддержке со стороны Комиссии по нормам безопасности МАГАТЭ проводит работу с целью содействия глобальному признанию и использованию своих норм.

Однако нормы эффективны лишь тогда, когда они надлежащим образом применяются на практике. Услуги МАГАТЭ в области безопасности охватывают вопросы проектирования, выбора площадки и инженерно-технической безопасности, эксплуатационной безопасности, радиационной безопасности, безопасной перевозки радиоактивных материалов и безопасного обращения с радиоактивными отходами, а также вопросы государственной основы, регулирования и культуры безопасности в организациях. Эти услуги в области безопасности содействуют государствам-членам в применении норм и позволяют обмениваться ценным опытом и данными.

Ответственность за деятельность по регулированию безопасности возлагается на страны, и многие государства принимают решения применять нормы МАГАТЭ по безопасности в своих национальных регулирующих положениях. Для сторон различных международных

конвенций по безопасности нормы МАГАТЭ являются согласованным и надежным средством обеспечения эффективного выполнения обязательств, вытекающих из этих конвенций. Эти нормы применяются также регулирующими органами и операторами во всем мире в целях повышения безопасности при производстве ядерной энергии и применении ядерных методов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве и научных исследованиях.

Безопасность – это не самоцель, а необходимое условие защиты людей во всех государствах и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Риски, связанные с ионизирующими излучениями, должны оцениваться и контролироваться без неоправданного ограничения вклада ядерной энергии в справедливое и устойчивое развитие. Правительства, регулирующие органы и операторы во всем мире должны обеспечивать, чтобы ядерный материал и источники излучения использовались для всеобщего блага, в условиях безопасности и с учетом мнения общественности. Для содействия этому предназначены нормы МАГАТЭ по безопасности, которые я призываю применять все государства-члены.

НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиоактивность – это естественное явление, и в окружающей среде присутствуют естественные источники излучения. Ионизирующие излучения и радиоактивные вещества с пользой применяются во многих сферах – от производства энергии до использования в медицине, промышленности и сельском хозяйстве. Радиационные риски, которым в результате этих применений могут подвергаться работники, население и окружающая среда, подлежат оценке и должны в случае необходимости контролироваться.

Поэтому такая деятельность, как медицинское использование радиации, эксплуатация ядерных установок, производство, перевозка и использование радиоактивного материала и обращение с радиоактивными отходами, должна осуществляться в соответствии с нормами безопасности.

Регулированием вопросов безопасности занимаются государства. Однако радиационные риски могут выходить за пределы национальных границ, и в рамках международного сотрудничества принимаются меры по обеспечению и укреплению безопасности в глобальном масштабе посредством обмена опытом и расширения возможностей для контроля опасностей, предотвращения аварий, реагирования в случае аварийных ситуаций и смягчения любых вредных последствий.

Государства обязаны проявлять должную осмотрительность и соответствующую осторожность, и предполагается, что они будут выполнять свои национальные и международные обязательства.

Международные нормы безопасности содействуют выполнению государствами своих обязательств согласно общим принципам международного права, например касающимся охраны окружающей среды. Кроме того, международные нормы безопасности укрепляют и обеспечивают уверенность в безопасности и способствуют международной торговле.

Глобальный режим ядерной безопасности постоянно совершенствуется. Нормы МАГАТЭ по безопасности, которые поддерживают осуществление имеющих обязательную силу международных договорно-правовых документов и функционирование национальных инфраструктур безопасности, являются краеугольным камнем этого глобального режима. Нормы МАГАТЭ по безопасности - это полезный инструмент, с помощью которого договаривающиеся стороны оценивают свою деятельность по выполнению этих конвенций.

НОРМЫ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Статус норм МАГАТЭ по безопасности вытекает из Устава МАГАТЭ, которым Агентство уполномочивается устанавливать и применять, в консультации и, в надлежащих случаях, в сотрудничестве с компетентными органами Организации Объединенных Наций и с заинтересованными специализированными учреждениями, нормы безопасности для охраны здоровья и сведения к минимуму опасности для жизни и имущества и обеспечивать применение этих норм.

В целях обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения нормы МАГАТЭ по безопасности устанавливают основополагающие принципы безопасности, требования и меры для обеспечения контроля за радиационным облучением людей и выбросом радиоактивного материала в окружающую среду, ограничения вероятности событий, которые могут привести к утрате контроля за активной зоной ядерного реактора, ядерной цепной реакцией, радиоактивным источником или любым другим источником излучения, и смягчения последствий таких событий в случае, если они будут иметь место. Нормы относятся к установкам и деятельности, связанным с радиационными рисками, включая ядерные установки, использование радиационных и радиоактивных источников, перевозку радиоактивных материалов и обращение с радиоактивными отходами.

Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности¹ преследуют общую цель защиты жизни и здоровья людей и охраны окружающей среды. Меры по обеспечению безопасности и физической безопасности должны разрабатываться и осуществляться комплексно, таким образом, чтобы меры по обеспечению физической безопасности не осуществлялись в ущерб безопасности, и наоборот, чтобы меры по обеспечению безопасности не осуществлялись в ущерб физической безопасности.

Нормы МАГАТЭ по безопасности отражают международный консенсус в отношении того, что составляет высокий уровень безопасности для защиты людей и охраны окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения. Они выпускаются в Серии норм МАГАТЭ по безопасности, которая состоит из документов трех категорий (см. рис. 1).

¹ См. также публикации в Серии изданий МАГАТЭ по физической ядерной безопасности.



РИС. 1. Долгосрочная структура Серии норм МАГАТЭ по безопасности.

Основы безопасности

Основы безопасности содержат основополагающие цели и принципы защиты и безопасности и служат основой для требований безопасности.

Требования безопасности

Комплексный и согласованный набор требований безопасности устанавливает требования, которые должны выполняться с целью обеспечения защиты людей и охраны окружающей среды в настоящее время и в будущем. Требования регулируются целями и принципами основ безопасности. Если требования не выполняются, то должны приниматься меры для достижения или восстановления требуемого уровня безопасности. Формат и стиль требований облегчают их гармоничное использование для создания национальной основы регулирования. Требования, включая пронумерованные всеобъемлющие требования, выражаются формулировками “должен, должна, должно, должны”. Многие требования конкретной стороне не адресуются, а это означает, что за их выполнение отвечают соответствующие стороны.

Руководства по безопасности

Руководства по безопасности содержат рекомендации и руководящие материалы, касающиеся выполнения требований безопасности, и в них выражается международный консенсус в отношении необходимости принятия рекомендуемых мер (или эквивалентных альтернативных мер). В руководствах по безопасности представлена международная образцовая практика, и они во все большей степени отражают наилучшую практику с целью помочь пользователям достичь высоких уровней безопасности. Рекомендации, содержащиеся в руководствах по безопасности, формулируются с применением глагола “следует”.

ПРИМЕНЕНИЕ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Основные пользователи норм безопасности в государствах – членах МАГАТЭ – это регулирующие и другие соответствующие государственные органы. Кроме того, нормы МАГАТЭ по безопасности используются другими организациями-спонсорами и многочисленными организациями, которые занимаются проектированием, сооружением и эксплуатацией ядерных установок, а также организациями, участвующими в использовании радиационных и радиоактивных источников.

Нормы МАГАТЭ по безопасности применяются в соответствующих случаях на протяжении всего жизненного цикла всех имеющихся и новых установок, используемых в мирных целях, и на протяжении всей нынешней и новой деятельности в мирных целях, а также в отношении защитных мер для уменьшения существующих радиационных рисков. Они могут использоваться государствами в качестве базы для их национальных регулирующих положений в отношении установок и деятельности.

Согласно Уставу МАГАТЭ нормы безопасности являются обязательными для МАГАТЭ применительно к его собственной работе, а также для государств применительно к работе, выполняемой с помощью МАГАТЭ.

Кроме того, нормы МАГАТЭ по безопасности закладывают основу для услуг МАГАТЭ по рассмотрению безопасности, и они используются МАГАТЭ в содействии повышению компетентности, в том числе, для разработки учебных планов и организации учебных курсов.

Международные конвенции содержат требования, аналогичные требованиям, которые изложены в нормах МАГАТЭ по безопасности, и делают их обязательными для договаривающихся сторон. Нормы МАГАТЭ по безопасности, подкрепляемые международными конвенциями, отраслевыми стандартами и подробными национальными требованиями,



РИС. 2. Процесс разработки новых норм безопасности или пересмотр существующих норм.

создают прочную основу для защиты людей и охраны окружающей среды. Существуют также некоторые особые вопросы безопасности, требующие оценки на национальном уровне. Например, многие нормы МАГАТЭ по безопасности, особенно те из них, которые посвящены вопросам планирования или разработки мер по обеспечению безопасности, предназначаются, прежде всего, для применения к новым установкам и видам деятельности. На некоторых существующих установках, сооруженных в соответствии с нормами, принятыми ранее, требования, установленные в нормах МАГАТЭ по безопасности, в полном объеме соблюдаться не могут. Вопрос о том, как нормы МАГАТЭ по безопасности должны применяться на таких установках, решают сами государства.

Научные соображения, лежащие в основе норм МАГАТЭ по безопасности, обеспечивают объективную основу для принятия решений по вопросам безопасности; однако лица, отвечающие за принятие решений, должны также выносить обоснованные суждения и должны определять,

как лучше всего сбалансировать выгоды принимаемых мер или осуществляемой деятельности с учетом соответствующих радиационных рисков и любых иных вредных последствий этих мер или деятельности.

ПРОЦЕСС РАЗРАБОТКИ НОРМ МАГАТЭ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Подготовкой и рассмотрением норм безопасности занимаются Секретариат МАГАТЭ и четыре комитета по нормам безопасности, охватывающих ядерную безопасность (НУССК), радиационную безопасность (РАССК), безопасность радиоактивных отходов (ВАССК) и безопасную перевозку радиоактивных материалов (ТРАССК), а также Комиссия по нормам безопасности (КНБ), которая осуществляет надзор за программой МАГАТЭ по нормам безопасности (см. рис. 2).

Все государства - члены МАГАТЭ могут назначать экспертов в комитеты по нормам безопасности и представлять замечания по проектам норм. Члены Комиссии по нормам безопасности назначаются Генеральным директором, и в ее состав входят старшие правительственные должностные лица, несущие ответственность за установление национальных норм.

Для осуществления процессов планирования, разработки, рассмотрения, пересмотра и установления норм МАГАТЭ по безопасности создана система управления. Особое место в ней занимают мандат МАГАТЭ, видение будущего применения норм, политики и стратегий безопасности и соответствующие функции и обязанности.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ДРУГИМИ МЕЖДУНАРОДНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

При разработке норм МАГАТЭ по безопасности принимаются во внимание выводы Научного комитета ООН по действию атомной радиации (НКДАР ООН) и рекомендации международных экспертных органов, в частности, Международной комиссии по радиологической защите (МКРЗ). Некоторые нормы безопасности разрабатываются в сотрудничестве с другими органами системы Организации Объединенных Наций или другими специализированными учреждениями, включая Продовольственную и сельскохозяйственную организацию Объединенных Наций, Программу Организации Объединенных Наций по окружающей среде, Международную организацию труда, Агентство по ядерной энергии ОЭСР, Панамериканскую организацию здравоохранения и Всемирную организацию здравоохранения.

ТОЛКОВАНИЕ ТЕКСТА

Относящиеся к безопасности термины должны толковаться в соответствии с определениями, данными в Глоссарии МАГАТЭ по вопросам безопасности (см. <http://www-ns.iaea.org/standards/safety-glossary.htm>). Во всех остальных случаях в издании на английском языке слова используются с написанием и значением, приведенными в последнем издании Краткого оксфордского словаря английского языка. Для руководств по безопасности аутентичным текстом является английский вариант.

Общие сведения и соответствующий контекст норм в Серии МАГАТЭ по нормам безопасности, а также их цель, сфера применения и структура приводятся в разделе 1 «Введение» каждой публикации.

Материал, который нецелесообразно включать в основной текст (например материал, который является вспомогательным или отдельным от основного текста, дополняет формулировки основного текста или описывает методы расчетов, процедуры или пределы и условия), может быть представлен в дополнениях или приложениях.

Дополнение, если оно включено, рассматривается в качестве неотъемлемой части норм безопасности. Материал в дополнении имеет тот же статус, что и основной текст, и МАГАТЭ берет на себя авторство в отношении такого материала. Приложения и сноски к основному тексту, если они включены, используются для предоставления практических примеров или дополнительной информации или пояснений. Приложения и сноски неотъемлемой частью основного текста не являются. Материал в приложениях, опубликованный МАГАТЭ, не обязательно выпускается в качестве его авторского материала; в приложениях к нормам безопасности может быть представлен материал, имеющий другое авторство. Содержащийся в приложениях посторонний материал, с тем чтобы в целом быть полезным, по мере необходимости публикуется в виде выдержек и адаптируется.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ	1
	Общие сведения (1.1-1.4)	1
	Цель (1.5)	1
	Область применения (1.6-1.8).....	2
	Структура (1.9).....	2
2.	ФУНКЦИИ, ОБЯЗАННОСТИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ	3
	Эксплуатирующая организация (2.1-1.13).....	3
	Подрядчики (2.14-2.17)	6
	Прочие организации, включая проектировщиков и изготовителей (2.18-2.20).....	6
	Контроль взаимодействия (2.21-2.24)	7
3.	ПРОГРАММА ПО ВХР (3.1-3.4)	8
4.	КОНТРОЛЬ ВХР (4.1-4.13).....	10
	Контроль ВХР на станциях с BWR (4.14-4.20).....	13
	Контроль ВХР на станциях с РБМК (4.21-4.25).....	14
	Контроль ВХР на станциях с PWR и ВВЭР (4.26-4.31)	14
	Контроль ВХР первого контура и замедлителя на станциях с РНWR (4.32-4.41)	16
	Контроль ВХР второго контура на станциях с PWR, ВВЭР и РНWR (4.42-4.49)	17
5.	СВЯЗАННЫЕ С ВХР АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБЛУЧЕНИЯ (5.1).....	19
	Источники профессионального облучения и выбросов в окружающую среду (5.2-5.8)	19
	Системы и меры предотвращения и оптимизации профессионального облучения и выбросов в окружающую среду (5.9-5.21)	21
	Процессы дезактивации (5.22-5.24)	24
	Сведение к минимуму образования и выбросов жидких и газообразных радиоактивных отходов (5.25-5.27)	25

6.	НАДЗОР ЗА ВХР (6.1-6.7)	26
	Мониторинг ВХР (6.8-6.19)	27
	Радиохимия (6.20-6.29)	30
	Технические средства и оборудование для обеспечения ВХР (6.30-6.42)	29
	Система послеаварийного пробоотбора (6.43-6.44)	33
7.	УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ВХР (7.1-7.10).....	35
8.	ОБУЧЕНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЯ (8.1-8.14).....	36
9.	КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ (9.1-9.18)	38
	СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	45
	СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ	47
	ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В РАССМОТРЕНИИ И СОГЛАСОВАНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ.....	51

1. ВВЕДЕНИЕ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Настоящее руководство по безопасности предназначено для всех типов атомных электростанций с реакторами, охлаждаемыми водой. Оно является дополнением к публикации МАГАТЭ категории требований «Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация» [1].

1.2. Программа по водно-химическому режиму (ВХР) важна для безопасной эксплуатации атомных электростанций. Она обеспечивает целостность, надежность и работоспособность основных конструкций, систем и элементов [2], важных для безопасности, в соответствии с допущениями и целями проекта. Программа по ВХР позволяет свести к минимуму вредное воздействие химических примесей и коррозии на конструкции, системы и элементы станции. Она направлена на уменьшение образования радиоактивных материалов и коллективной дозы облучения, а также ограничение выброса химических веществ и радиоактивных материалов в окружающую среду.

1.3. Данное руководство по безопасности может быть использовано персоналом станции для поддержания на высоком уровне качества существующих программ по ВХР и определения возможностей совершенствования. Его можно также применять при разработке новых программ по ВХР, а также корректирующих мероприятий для устранения известных недостатков в существующих программах.

1.4. Данное руководство по безопасности предназначено также для использования менеджерами эксплуатирующих организаций, ответственными за надзор за программами по ВХР на станциях, и регулирующими органами.

ЦЕЛЬ

1.5. Целью данного руководства по безопасности является оказание государствам-членам МАГАТЭ помощи в обеспечении безопасной эксплуатации атомных станций в соответствии с современной образцовой практикой осуществления программ по ВХР. Его целью является также предоставление рекомендаций по поддержанию целостности различных

барьеров, подверженных воздействию потенциальной коррозии, оптимизация¹ коллективной дозы облучения на станции и ограничение выбросов радиоактивных материалов и химических веществ в окружающую среду.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.6. Данное руководство по безопасности содержит предназначенные для государств-членов МАГАТЭ рекомендации и руководящие материалы для осуществления деятельности по поддержанию ВХР, с тем чтобы обеспечить работоспособность конструкций, систем и элементов, важных для безопасности, в части выполнения их функций в соответствии с допущениями и целями проекта.

1.7. В данном руководстве по безопасности рассматриваются основные виды деятельности в рамках программы по ВХР на станции для различных типов водоохлаждаемых реакторов и содержатся рекомендации в отношении химического и радиохимического контроля с целью обеспечить соблюдение на станции соответствующих эксплуатационных пределов и условий и правильную оценку эффективности программы по ВХР на станции.

1.8. В данном руководстве по безопасности не содержится подробных технических рекомендаций относительно конкретных ВХР на атомных электростанциях. Эту информацию можно найти в публикациях серии TECDOC МАГАТЭ, например, [4]².

СТРУКТУРА

1.9. В разделе 2 приводятся рекомендации в отношении функций и обязанностей организаций, участвующих в осуществлении программы по ВХР, и их взаимодействия. В разделе 3 содержатся общие рекомендации

¹ Оптимизация защиты (и безопасности) - это процесс определения такого уровня защиты и безопасности, который позволяет удерживать облучение, а также вероятность и величину потенциального облучения «на разумно достижимом низком уровне с учетом экономических и социальных факторов» (ALARA) [3].

² Доклад, содержащий руководящие принципы поддержания водно-химического режима на АЭС с ВВЭР и входящий в серию изданий МАГАТЭ по ядерной энергии, находится на стадии подготовки.

относительно программы по ВХР. Рекомендации относительно процесса контроля ВХР изложены в разделе 4. В разделе 5 содержатся рекомендации по аспектам оптимизации облучения, связанным с ВХР. Процессы химического и радиохимического мониторинга изложены в разделе 6. Раздел 7 содержит рекомендации по управлению данными ВХР, а раздел 8 – рекомендации относительно обучения и квалификации персонала, осуществляющего деятельность по поддержанию ВХР. Рекомендации относительно контроля качества химических реагентов и других веществ приведены в разделе 9.

2. ФУНКЦИИ, ОБЯЗАННОСТИ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

ЭКСПЛУАТИРУЮЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

2.1. Эксплуатирующая организация обязана разработать и осуществить программу по ВХР с целью повышения безопасности станции и персонала, ограничения выбросов в окружающую среду и повышения надежности станции посредством:

- a) сохранения целостности конструкций, систем и элементов, важных для безопасности;
- b) сведения к минимуму образования радиоактивных материалов с целью снижения мощности доз на станции, и, тем самым, доз облучения персонала, уменьшения активности химических и радиоактивных отходов и активности любых плановых выбросов в окружающую среду;
- c) сохранения целостности барьеров безопасности для топлива;
- d) контроля использования растворимых ядохимикатов.

2.2. В организационной структуре эксплуатирующей организации следует предусматривать необходимое управление процессами поддержания ВХР на атомной электростанции [5].

2.3. Эксплуатирующей организации следует устанавливать цели и задачи программы по ВХР. Следует четко сформулировать ожидания руководства в плане осуществления этой программы на станции. Персонал химической службы должен понимать, поддерживать и осуществлять программу. Для

повышения качества программы по ВХР и режима ВХР следует учитывать результаты выполнения этой программы.

2.4. Следует анализировать и включать полезную информацию других эксплуатирующих компаний и государств (например, учет опыта эксплуатации, результатов исследований, надлежащей практики и норм) в программу по ВХР. Такая информация должна быть доступна персоналу службы ВХР, и ее следует надлежащим образом обновлять.

2.5. Следует разрабатывать оценочные показатели программы по ВХР, обеспечивающие мониторинг достижения целей и задач и содействовать их развитию, а также доводить их до сведения персонала. Руководителям следует периодически повышать свои требования, контролировать и оценивать рабочие показатели и корректировать отклонения.

2.6. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать такое применение программы по ВХР в отношении конструкций, систем и элементов, важных для безопасности, чтобы уровень надежности и функциональности конструкций, систем и элементов соответствовал допущениям и целям проекта на протяжении всего срока эксплуатации станции.

2.7. Эксплуатирующей организации следует предоставлять соответствующие помещения, пробоотборное и лабораторное оборудование (включая лабораторные приборы и приборы оперативного контроля) и поддерживать разработку методологий с учетом требований программы по ВХР и соответствующих норм. Для проведения анализа следует по мере необходимости привлекать внешних подрядчиков и консультантов.

2.8. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать соответствующие ресурсы, в том числе необходимую численность персонала службы ВХР соответствующей квалификации всех уровней, включая собственно персонал службы ВХР, руководителей и персонал техподдержки. Планирование постоянного развития персонала службы ВХР с учетом длительной эксплуатации станции должно быть общепринятой практикой.

2.9. Руководству эксплуатирующей организации следует периодически проводить оценку деятельности в рамках программы по ВХР посредством проведения обходов помещений службы ВХР и проверки оборудования для обеспечения ВХР. Руководителям, отвечающим за деятельность в рамках

программы по ВХР, следует контролировать те показатели поведения и моральных установок персонала, которые свидетельствуют о развитии прочной культуры безопасности (например, правильное отношение к предупредительным сигналам, своевременное информирование о неисправностях, сокращение отставания в ремонте, правильная маркировка, точная регистрация информации).

2.10. Руководителям старшего и среднего звена следует регулярно наблюдать за выполнением деятельности по обеспечению ВХР, с тем чтобы обеспечить соблюдение политики и процедур на станции. После ремонта и модификации следует регулярно и тщательно проводить испытания, с тем чтобы обеспечивать готовность оборудования и систем к дальнейшей работе. Необходимо отслеживать тенденции изменения оценочных показателей ВХР и, при необходимости, выполнять профилактические и/или корректирующие мероприятия.

2.11. В программу самооценки на станции следует включать вопросы ВХР. Кроме того, программа самооценки должна предусматривать участие в признанной программе аналитической оценки и сравнения. Следует регулярно проводить аудиты и другие самооценки, а также независимые рассмотрения программы по ВХР. Следует сообщать о выявленных несоответствиях и регулярно оценивать выполнение корректирующих мероприятий [6].

2.12. Руководству следует обеспечивать, чтобы любые мероприятия по сокращению сроков проведения планового ремонта и досрочному пуску станции не шли вразрез с полным объемом выполнения процедур контроля ВХР (например, следует полностью соблюдать процедуру очистки воды на стадиях останова и пуска и условия влажной или сухой консервации оборудования).

2.13. На станции следует обеспечивать четкое распределение обязанностей согласно требованиям, изложенным в [7], по всем видам работ, связанным с ВХР, таким как управление ресурсами, контроль ВХР, управление дозами, мониторинг химических и радиохимических данных, анализ ВХР, измерение активности, анализ результатов и обучение и квалификация персонала.

ПОДРЯДЧИКИ

2.14. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать эффективную организационную структуру для подрядчиков, работающих в области ВХР. Эксплуатирующая организация может поручить другой организации задачу осуществления программы по ВХР или ее части, но эксплуатирующая организация должна нести полную ответственность за такую порученную работу [7].

2.15. Эксплуатирующей организации следует предоставлять подрядчику всю необходимую информацию и обеспечивать понимание подрядчиком инструкций, важных для безопасности.

2.16. Следует предусматривать, чтобы на подрядчиков распространялось действие таких же норм, как те, которые действуют в отношении персонала станции, в частности, в отношении необходимых знаний и навыков в области обеспечения ВХР, выполнения процедур, отчетности о результатах, соблюдения культуры безопасности и оценки качества деятельности. Более подробные рекомендации по работе с подрядчиками изложены в [2].

2.17. Руководство станции несет ответственность за выполнение подрядчиками всех задач на станции.

ПРОЧИЕ ОРГАНИЗАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ ПРОЕКТИРОВЩИКОВ И ИЗГОТОВИТЕЛЕЙ

2.18. Эксплуатирующей организации следует установить долгосрочные отношения с компаниями, обладающими соответствующим опытом лабораторной деятельности, проектирования, изготовления, инженерных разработок и научных исследований в области химии. Для обеспечения непрерывного доступа к таким ресурсам в течение длительного времени, возможно, понадобятся коммерческие соглашения. При закупках оборудования эксплуатирующей организации следует обеспечивать четкое понимание типа химических приборов и области их применения.

2.19. Для устранения дефектов или выполнения модификаций на станции следует, при необходимости, своевременно обращаться за конкретной помощью к проектировщикам, изготовителям или иным организациям, обладающим достаточными знаниями. Эксплуатирующей организации следует предоставлять этим организациям имеющиеся химические

данные. С другой стороны, изменения организационной структуры или конструкций, систем и элементов, которые могут повлиять на программу по ВХР, следует доводить до сведения руководителей программы по ВХР с целью получения их рекомендаций, замечаний или, при необходимости, согласования. Объем подобной информации следует четко и подробно определить инструкциями.

2.20. Требования и нормы систем безопасности и важных для безопасности систем, связанных с программой по ВХР, следует определять вместе с проектировщиками и изготовителями оборудования и топлива.

КОНТРОЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

2.21. Для всех видов деятельности, связанных с ВХР, следует внедрить эффективную систему контроля взаимодействия. Следует четко понимать разделение обязанностей между всеми организационными структурами, участвующими в деятельности. Химическому персоналу следует четко понимать свои полномочия и обязанности, а также взаимодействие с другими группами.

2.22. Следует определить правильные процедуры взаимодействия между персоналом группы обеспечения ВХР и других групп (по эксплуатации, ремонту, КИП и А, техподдержке), с тем чтобы обеспечивать своевременный ремонт систем и оборудования химического контроля и сводить к минимуму задолженности по ремонту.

2.23. Следует подготавливать доклад по параметрам ВХР и радиохимическим параметрам и регулярно знакомить с ним другие службы эксплуатирующей организации и соответствующие внешние организации. В этот доклад следует включать анализ ВХР систем безопасности и систем, важных для безопасности, результаты измерений активности, тенденции изменения параметров, анализ отклонений и корректирующие мероприятия, а также их возможные последствия, и краткие обзоры аудитов качества работы лабораторий.

2.24. Следует установить взаимодействие по вопросам, связанным с ВХР, между эксплуатирующей организацией и внешними организациями, такими как университеты, научные институты, поставщики оборудования и химикатов и регулирующий орган. Подробные рекомендации по взаимодействию с внешними организациями приведены в разделе 4 [5].

3. ПРОГРАММА ПО ВХР

3.1. Следует обеспечивать, чтобы программа по ВХР предоставляла информацию и поддержку в области химии и радиохимии, необходимую для обеспечения безопасной эксплуатации, долгосрочной целостности конструкций, систем и элементов, сведения к минимуму образования радиоактивных материалов и уменьшения радиоактивных и химических выбросов в окружающую среду.

3.2. Следует определить и довести до сведения персонала станции ответственность и обязанности эксплуатирующей организации за разработку и реализацию программы по ВХР. В зависимости от корпоративной или организационной структуры эксплуатирующей организации, осуществление программы по ВХР может быть организовано различным образом. Например, на многих атомных электростанциях химическая и радиохимическая деятельность включает мониторинг окружающей среды, особенно если деятельность, относящаяся к программе по ВХР или радиационной защите, выполняется одной и той же группой или сотрудниками.

3.3. В программу по ВХР следует включать процедуры выбора, мониторинга и анализа ведения ВХР, инструкции для операций, связанных с процессами ВХР, и оценку оперативных результатов, эксплуатационные и контрольные пределы значений параметров ВХР, а также уровни действий и возможные корректирующие меры [1, 8]. При ведении ВХР следует учитывать уроки опыта эксплуатации.

3.4. В рамках программы по ВХР следует обеспечивать:

- a) поддержание надлежащего ВХР в соответствии с первоначальными задачами проекта и материалами с учетом любых структурных модификаций и опыта эксплуатации данной или других станций;
- b) правильный выбор ВХР первого контура с учетом его потенциального воздействия на: (i) равномерную коррозию и коррозию под напряжением материалов контура, (ii) коррозию топливной оболочки, (iii) активацию и перенос продуктов коррозии, (iv) мощность дозы, (v) сдвиги мощности, вызванные отложениями, и (vi) локальную коррозию, вызываемую отложениями;
- c) чтобы программа по ВХР второго контура была нацелена на уменьшение (i) коррозии в системе в целом, (ii) отложений в

парогенераторах, (iii) концентрации вредных соединений в областях изломов с ограниченным потоком и (iv) течей конденсатора в водной и воздушной части, а также на увеличение эффективности системы продувки и очистки парогенератора и системы очистки конденсата (при использовании таковой);

- d) чтобы программа по ВХР вспомогательных систем была направлена на сохранение их полной целостности и работоспособности;
- e) применение соответствующих средств управления ВХР и параметров диагностики для подтверждения безопасной и надежной эксплуатации.
- f) своевременное информирование о результатах оценки ответственного руководства и остальных пользователей этих результатов (операторы, персонал технического обслуживания, инженерно-техническая группа, организации технической поддержки и т.д.);
- g) своевременное реагирование с целью устранения любых отклонений от состояния нормальной эксплуатации, таких как небольшие дефекты, неблагоприятные тенденции или быстрые переходные режимы параметров ВХР;
- h) применение и обновление методик диагностики и устранения отклонений;
- i) регулярную проверку, калибровку и модернизацию приборов и оборудования лабораторий, работающих в режиме реального времени;
- j) надлежащее участие персонала службы ВХР в поддержании работоспособности систем безопасности (например, с помощью анализа баков безопасности, дизельного масла и масла главных насосов);
- k) поддержку программы управления старением станции с целью обеспечения безопасной и долгосрочной эксплуатации станции;
- l) включение в программу по ВХР положительной практики, соответствующей техническим требованиям и признанным на международном уровне примерам положительной практики;
- m) наличие процедур и практики, подтверждающих эффективную эксплуатацию систем водоочистки и пробоотбора;
- n) наличие сведений об источниках загрязнений в водных системах и осуществление мероприятий по сведению к минимуму их влияния;
- o) надлежащую эксплуатацию необходимых и надежных работающих в режиме реального времени и лабораторных систем для измерения параметров ВХР;
- p) применение современных аналитических методов для соответствующего анализа загрязнений, даже при нахождении параметров ВХР в заданных диапазонах;

- q) предотвращение использования веществ и реагентов, которые могут отрицательно повлиять на целостность оборудования;
- г) сохранение выбросов радиоактивных материалов и химических загрязняющих веществ в окружающую среду на минимальном разумно достижимом уровне (ALARA) и правильный и точный анализ и полное понимание влияния любых изменений ВХР или оборудования на радиоактивные сбросы (например, для образования трития и ^{14}C);
- с) правильное обращение с опасными химическими реагентами и наличие данных о безопасности материалов (см. п. 9.14);
- т) наличие необходимой поддержки для выявления и определения характеристик радиоактивных отходов, образующихся на атомной электростанции (включая отходы дезактивации);
- ц) периодический контроль уровней радиоактивности в водосборниках и дренажных системах.

4. КОНТРОЛЬ ВХР

4.1. Контроль ВХР включает правильное применение соответствующих химических режимов для систем безопасности и систем, важных для безопасности. Надлежащий ВХР зависит от проекта системы и ее конструкционных материалов.

4.2. Для достижения надлежащего контроля ВХР службе ВХР следует применять дифференцированный подход к различным зонам первого контура, второго контура и другим системам, важным для безопасности, и системам охлаждения.

4.3. Следует отбирать контрольные параметры, наиболее важные с точки зрения контроля ВХР и мониторинга наличия вредных загрязнений. Кроме контрольных значений, можно также определять целевые значения для внутреннего использования персоналом службы ВХР с целью не допустить случайного превышения химическим параметром предельно допустимого значения.

4.4. Если контрольный параметр выходит за границы предельно допустимых значений, через некоторое время может возникнуть ухудшение условий для конструкций, систем и элементов, что может привести к неработоспособности систем безопасности. Поэтому следует заранее

определить дифференцированные уровни действий для контрольных параметров; в случае отклонения от этих уровней необходимо в течение приемлемого периода времени постепенно инициировать корректирующие действия и, при необходимости, продолжать дальнейшие корректирующие действия до останова блока.

4.5. Кроме того, следует определить параметры диагностики. Они позволяют получить дополнительную информацию о ВХР станции и способны помочь в определении причин любых отклонений ВХР.

4.6. Программу контроля ВХР следует использовать для документального подтверждения того, что параметры контроля и диагностики ВХР находятся в пределах заданных диапазонов. Следует контролировать и проверять документальные записи данных программы контроля ВХР, а любые отклонения следует анализировать в соответствии с системой управления эксплуатирующей организацией.

4.7. Группе ВХР следует определять предельные значения параметров и условий ВХР эксплуатационных систем и систем безопасности для:

- a) ввода в эксплуатацию;
- b) пуска;
- c) нормальной эксплуатации;
- d) переходных режимов;
- e) останова;
- f) периодов простоя;
- g) резервного режима;
- h) вывода из эксплуатации.

Не следует превышать предельные значения параметров; если параметр превышает свое предельное значение, следует предпринять соответствующие действия для возврата к его значению при нормальной эксплуатации в течение установленного времени.

4.8. Следует контролировать степень коррозии конструкционных материалов и риск микробиологического обрастания и коррозии, вызванной микробиологическим обрастанием в системах доочистки, особенно при наличии полужакрытой системы охлаждения с градирнями. Риск зависит от характеристик воды, материалов, конструкции контура и температуры. Подобное микробиологическое обрастание может оказать влияние на персонал, контактирующий с оборудованием контура, и на население,

контактирующее со сбрасываемой водой или брызгами с градирен. Следовательно, этот риск следует учитывать при принятии решения о добавлении хлорсодержащих биоцидов и их концентрации или о применении других методов.

4.9. Следует строго контролировать и правильно содержать баки и непроветриваемые пространства, содержащие газы, с тем чтобы предотвращать взрывы, вызываемые одновременным скоплением кислорода и водорода. Подобный контроль следует осуществлять в отношении любого бака с жидкостью, в котором радиолиз может привести к наличию взрывоопасных смесей газов.

4.10. Программа контроля герметичности топлива должна включать соответствующие процедуры, обеспечивающие системный анализ тенденций химических и радиохимических показателей целостности топлива и их оценку с целью обнаружения аномального поведения [9].

4.11. Водно-химический режим активных и пассивных систем безопасности, содержащих жидкие нейтронные поглотители (баки борной кислоты, системы орошения гермооболочки, барботеры, резервуары, содержащие гадолиний) следует поддерживать в соответствии с проектными нормами с учетом того, что химическая коррекция жидкостей в данных резервуарах проводится, как правило, редко, в определенный период времени (например, во время останова на перегрузку).

4.12. Во время остановов оборудование следует содержать в соответствующих условиях простоя (например, в сухом состоянии, мокром при высоком значении pH, или в условиях нормальной эксплуатации) с помощью химикатов или азота, в зависимости от продолжительности простоя и в соответствии с требованиями безопасности. Следует контролировать параметры простоя и при возникновении отклонений принимать корректирующие меры.

4.13. Следует должным образом регулировать и контролировать концентрации химических ингибиторов, добавляемых в системы охлаждения. Следует контролировать параметры, указывающие на правильность очистки и наличие примесей, с тем чтобы сводить к минимуму коррозию систем и нарушение их герметичности.

КОНТРОЛЬ ВХР НА СТАНЦИЯХ С ВWR

4.14. Во время эксплуатации программа контроля ВХР на станции с кипящими реакторами (ВWR) должна быть направлена на уменьшение примесей в теплоносителе до минимального практически достижимого уровня, с тем чтобы избежать межкристаллитное коррозионное растрескивание или свести его к минимуму, и на снижение уровней радиации.

4.15. Для устранения или сведения к минимуму межкристаллитного коррозионного растрескивания можно вводить определенные агенты. Концентрацию этих агентов следует контролировать на основе соответствующих измерений.

4.16. Уровни растворенного водорода и кислорода, а также примесей (например, продуктов коррозии, хлоридов, сульфатов и фторидов) следует поддерживать в установленных пределах.

4.17. Следует соответствующим образом контролировать проводимость и концентрации хлоридов и сульфатов в теплоносителе. Следует также соответствующим образом контролировать концентрации железа и меди (если элементы содержат медь) в системах подпитки.

4.18. На подобных станциях перед остановом следует по возможности максимально увеличивать расход системы очистки воды реактора, с тем чтобы уменьшить содержание активированных продуктов коррозии в воде реактора.

4.19. Следует сводить к минимуму активность воды реактора и образование и перенос радиоактивных материалов. В нормальных условиях эксплуатации для этих целей можно использовать ввод в питательную воду цинка или железа.

4.20. Во время пуска следует контролировать концентрацию кислорода и удерживать ее на достаточно низком уровне, с тем чтобы свести к минимуму межкристаллитное коррозионное растрескивание.

КОНТРОЛЬ ВХР НА СТАНЦИЯХ С РБМК

4.21. На российских атомных станциях с реакторами с графитовым замедлителем (РБМК) следует применять нейтральный ВХР без использования каких-либо кислот и щелочей. ВХР поддерживается с помощью питательной воды высокой степени очистки и эффективными системами очистки (конденсата и теплоносителя).

4.22. В программе контроля ВХР на РБМК следует обеспечивать:

- a) минимальные отложения на теплообменных поверхностях и трубопроводах;
- b) минимальную коррозию и коррозию-эрозию (например, межкристаллитное коррозионное растрескивание, ускоренную потоком коррозию) материалов главных водо-и паропроводов;
- c) насыщенный пар высокого качества, который не приводит к образованию капель на проточной части турбины, тем самым обеспечивая высокое качество воды и сепарации.

4.23. Значения химических параметров следует поддерживать в установленных пределах.

4.24. Следует поддерживать в установленных пределах уровни растворенного водорода и кислорода. Для уменьшения риска коррозии следует поддерживать концентрацию кислорода на минимально возможном уровне.

4.25. Для сведения к минимуму уровня ^{95}Zr и других активированных продуктов коррозии в поверхностных отложениях, в начале останова следует выполнить промывку первого контура. Промывку можно выполнять без специальных реагентов или комбинированным способом (с реагентами и без них).

КОНТРОЛЬ ВХР ПЕРВОГО КОНТУРА НА СТАНЦИЯХ С PWR И ВВЭР

4.26. С целью контроля реактивности активной зоны следует постоянно измерять, по возможности, и оценивать присутствие переменных концентраций растворимого ^{10}B и борной кислоты в системе теплоносителя реактора.

4.27. Для поддержания оптимального значения pH_T (pH при рабочей температуре) следует всегда использовать при эксплуатации добавление или удаление щелочных соединений. На PWR, как правило, добавляется гидроксид лития, тогда как на ВВЭР добавляется гидроксид калия и контролируется общая щелочная смесь (введенный калий, литий, образуемый в ходе нейтронной реакции по бору, и возможный натрий в качестве примеси). Целью поддержания этого оптимального значения pH_T является: (i) сведение к минимуму степени общей коррозии материалов контура, степени переноса массы и мощности доз; (ii) предотвращение коррозионного растрескивания материалов под напряжением; (iii) предотвращение коррозии топливной оболочки и (iv) предотвращение сдвигов мощности, вызванных отложениями.

4.28. Следует поддерживать на оптимальном уровне концентрацию водорода, с тем чтобы подавить образование кислорода в ходе радиолиза и поддерживать электрохимический потенциал на достаточно низком уровне для предотвращения коррозионного растрескивания нержавеющей стали под напряжением. Кроме того, следует дегазировать подпитку первого контура и затем удалить весь оставшийся кислород, если его уровень превышает установленные пределы.

4.29. Уровни коррозионных примесей следует удерживать ниже установленных пределов, с тем чтобы предотвратить коррозию компонентов первого контура. Наиболее важными составляющими химических соединений являются кислород, хлориды, фториды и, возможно, сульфаты.

4.30. Следует удерживать на минимуме концентрации химических соединений с низкой степенью растворимости (которые могут отложиться на поверхности топлива и привести к повышению температуры, а затем и повреждению оболочки топлива). К таким химическим соединениям относятся соединения кальция, магния, алюминия и, возможно, диоксид кремния (ионы которого могут образовывать цеолит) и органические соединения.

4.31. Следует оптимизировать процедуры останова и пуска реактора, с тем чтобы контролировать выход продуктов коррозии и удалять их с помощью обессоливающей установки системы очистки теплоносителя, а также для сведения к минимуму риска межкристаллитного коррозионного растрескивания под напряжением.

КОНТРОЛЬ ВХР ПЕРВОГО КОНТУРА И ЗАМЕДЛИТЕЛЯ НА СТАНЦИЯХ С РНWR

4.32. Контроль ВХР различных технологических систем необходим для достижения и поддержания работоспособности, безопасности станции и ее эффективной и экономичной эксплуатации посредством сведения к минимуму коррозии, контроля радиоактивности и минимизации примесей, вредных для работы станции.

4.33. Коррозию технологических систем следует сводить к минимуму посредством тщательного выбора и контроля ряда химических параметров, что в совокупности уменьшает агрессивность жидкостей по отношению к конкретным материалам, применяемым в технологических системах.

4.34. Следует создать систему управления тяжелой водой (D_2O) для сохранения запаса D_2O и контроля уровня активности трития. Во всей системе управления тяжелой водой D_2O следует отделять на основе содержания трития и изотопного состава.

4.35. Изотопный состав тяжелой воды в системе теплопередачи не должен падать ниже значения, которое позволяет избежать избыточной положительной радиоактивности при осушении системы теплопередачи. Кроме того, изотопный состав тяжелой воды в системе теплопередачи не должен превышать изотопный состав замедлителя в равновесных условиях топливного цикла.

4.36. При использовании растворимых химических агентов (поглотителей, таких как бор и/или гадолиний) в замедлителе для регулирования реактивности реактора требования к их концентрации должны быть основаны на отрицательной реактивности, необходимой для обеспечения подкритичного состояния реактора в случае серьезной аварии. Концентрация поглотителя, необходимая для достижения гарантированного останова реактора отравлением, зависит от конкретной атомной станции и должна быть занесена в документы по анализу безопасности. Перед вводом с систему реактора изотопов бора и солей гадолиния, предназначенных для использования в качестве нейтральных поглотителей, следует проверить их концентрации, с тем чтобы убедиться, что их изотопные концентрации (^{10}B , ^{155}Gd до ^{157}Gd) равны или выше их природного относительного содержания.

4.37. Следует надлежащим образом устанавливать предельные значения концентрации дейтерия и водорода в газовых системах, с тем чтобы исключить возможность образования смеси взрывоопасных газов.

4.38. Концентрация растворимого дейтерия в первом контуре должна обеспечивать подавление радиолиза и защиту компонентов системы от гидрогенизации.

4.39. Уровни примесей, особенно продуктов коррозии, ионов хлоридов и фторидов, следует удерживать в заданных пределах. Следует поддерживать правильное соотношение между концентрацией, рН и проводимостью щелочных реагентов в первом контуре, с тем чтобы точно знать об отсутствии значимых концентраций загрязняющих веществ.

4.40. Во время останова реактора к первому контуру применяются обычные химические спецификации, за исключением растворенного дейтерия. Не следует добавлять водород, когда реактор находится в состоянии холодного останова и не под давлением, а во время останова для технического обслуживания часть пустого пространства первого контура следует заполнять азотом (азотная подушка) для сведения к минимуму поступления воздуха внутрь контура.

4.41. Во время останова реактора следует поддерживать обычные химические спецификации системы замедлителя, за исключением случаев, когда:

- a) замедлитель содержит гадолиний в результате инъекции поглотителя системой безопасного останова, в результате нахождения в гарантированном состоянии останова или в результате ксенонового моделирования;
- b) сдувается защитный газ;
- c) дренирован замедлитель.

КОНТРОЛЬ ВХР ВТОРОГО КОНТУРА НА СТАНЦИЯХ С PWR, ВВЭР И РНWR

4.42. При эксплуатации второго контура следует руководствоваться принципом «очистка только быстро испаряющимися веществами» или «очистка только быстро испаряющимися веществами с высоким значением рН». Очистка только быстро испаряющимися веществами означает

использование только летучих щелочных реагентов, таких как аммиак и/или амины (например, морфолин, этаноламин, диметиламин). При необходимости следует также добавлять восстановитель.

4.43. Особое внимание следует уделять целостности различных частей второго контура, подвергающихся значительному воздействию коррозии, ускоренной потоком. Поэтому эксплуатирующей организации следует разработать программу периодических инспекций, особенно трубопроводов второго контура и вспомогательных систем (на остальной части станции).

4.44. Значение рН, применение аммиака и/или аминов и восстановителя, а также их концентрации зависят от каждой конкретной станции, причем они должны обеспечивать надлежащее значение pH_T в разных частях системы второго контура. Выбранные значения должны:

- a) обеспечивать предотвращение или сведение к минимуму ускоренной потоком коррозии углеродистой стали и сведение к минимуму количества продуктов коррозии в питательной воде, которые будут откладываться в парогенераторе;
- b) быть совместимыми с эффективными системами очистки;
- c) быть совместимыми с материалами второго контура;
- d) обеспечивать сведение к минимуму плановых выбросов жидких и твердых отходов в окружающую среду.

4.45. По соображениям безопасности следует контролировать уровень течи из первого во второй контур в трубчатке парогенератора и строго удерживать ее в установленных пределах. Кроме того, подобные течи следует ограничивать с целью уменьшения образования радиоактивных отходов (например, регенерационных и промывочных растворов, смол, фильтров, шлама).

4.46. Следует сводить к минимуму и контролировать уровень вредных примесей (например, натрия, хлора, ионов сульфатов, свинца, меди) в парогенераторах. Следует установить предельные значения для продувки парогенератора с уровнями действий для каждой химической примеси, которая может потенциально присутствовать в системе и быть опасна для трубок парогенератора.

4.47. Следует оценить влияние контроля ВХР на целостность парогенератора. Основными средствами такой оценки являются:

- a) результаты неразрушающего контроля (эксплуатационного контроля) целостности трубчатки парогенератора с проверкой, как минимум, деградации, которая может быть связана с программами ВХР первого и второго контура;
- b) оценка влияния подшламовой коррозии (выравнивание концентраций) во время, как минимум, некоторых остановов на перегрузку;
- c) расчетные коды или другие соответствующие методы оценки химических характеристик жидкости, содержащейся в изломах и отложениях труб парогенератора при эксплуатации.

4.48. Следует обеспечивать, чтобы методы контроля примесей второго контура были достаточно эффективными для поддержания параметров продувки парогенератора в заданных пределах.

4.49. При необходимости следует применять эффективную процедуру очистки для удаления отложений, вызывающих коррозию.

5. СВЯЗАННЫЕ С ВХР АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ОБЛУЧЕНИЯ

5.1. Оптимизация облучения посредством правильного выбора ВХР приводит к:

- a) постоянному снижению мощности доз на станции в течение продолжительного времени;
- b) сведению к минимуму любых выбросов радиоактивных материалов в окружающую среду;
- c) сведению к минимуму образования радиоактивных отходов, связанных с ВХР.

ИСТОЧНИКИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

5.2. Следует обеспечивать чтобы программа по ВХР или программа радиационной защиты включала контроль мощности доз, создаваемых системами и элементами. Мощность таких доз следует сводить к минимуму в соответствии с принципом ALARA. Следует регулярно проверять

мощность доз, создаваемых системами и элементами во время останова и, если это возможно, также при эксплуатации. Это позволяет отслеживать изменение мощности доз во времени.

5.3. Следует составлять строгие спецификации для всех важных радиохимических параметров и применять их в различных режимах эксплуатации.

5.4. Одним из способов уменьшения образования радиоактивных материалов является использование соответствующих материалов, стойких к коррозии, и правильного водно-химического режима. Для оптимизации доз профессионального облучения (с учетом рекомендаций в пунктах 5.22-5.24) следует применять различные методы дезактивации. Химическую дезактивацию следует использовать в качестве последнего варианта, когда другие способы не позволяют снизить мощности доз.

5.5. Программа контроля ВХР должна обеспечивать получение высококачественной воды и должна включать в себя следующее:

- a) технические характеристики и применение соответствующей химической обработки (например, контроля pH для PWR/ВВЭР и контроля кислорода) с целью сведения к минимуму процессов коррозии и тем самым уменьшения количества продуктов коррозии в воде;
- b) применение очищенной подпиточной воды для предотвращения появления легко активируемых химических примесей и взвеси;
- c) применение эффективных систем очистки первого и второго контура с целью контроля растворенных и взвешенных радиоактивных веществ;
- d) управление качеством химических реагентов, используемых в системах теплоносителя и тем самым предупреждение отрицательного воздействия загрязняющих веществ.

5.6. Основные источники радиоактивности первого контура при останове описаны в п. 5.13. В режимах пуска, нормальной эксплуатации, останова и ненагруженного резерва следует учитывать все химические средства и следует принимать меры с целью уменьшения уровней активности и управления переносом радиоактивных загрязнителей. Особенно важно оптимизировать связанные с ВХР аспекты процедуры реального останова и работ по плановому техническому обслуживанию, с тем чтобы уменьшить дозы, получаемые персоналом технического обслуживания в периоды остановов.

5.7. Следует обеспечивать, чтобы используемая программа ВХР первого контура обеспечивала эффективный контроль и сведение к минимуму образования радиоактивных материалов, образующихся при переносе и накоплении продуктов деления и активированных продуктов коррозии на внутренних поверхностях систем.

5.8. Эксплуатирующей организации следует разрабатывать и выполнять процедуры контроля и регулирования выбросов жидких и газообразных радиоактивных веществ. Уровни радиоактивных выбросов следует сводить к минимуму в соответствии с принципом ALARA, и следует обеспечивать, чтобы они не превышали контрольные уровни.

СИСТЕМЫ И МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБЛУЧЕНИЯ И ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Продукты деления

5.9. Активность продуктов деления в первом контуре и других средах следует удерживать на уровне ниже установленных контрольных значений. Следует постоянно контролировать и/или периодически измерять их активность. Результаты контроля уровня активности следует анализировать и измерять с целью контроля герметичности топливных стержней.

5.10. На начальном этапе эксплуатации реактора после его пуска следует указывать нормальный уровень активности продуктов деления в первом контуре, с тем чтобы получить исходный фоновый уровень, который используется затем для анализа тенденций. Это значение следует включать в эксплуатационные пределы и условия или в технические условия радиохимического режима. Данная активность является в основном результатом уранового загрязнения поверхности топливной оболочки в процессе ее изготовления и/или вследствие отказа топлива.

5.11. В программе контроля водно-химического режима первого контура следует учитывать все материалы, используемые в первом контуре, в том числе топливную оболочку, с тем чтобы предотвратить отказ топлива и любое негативное воздействие на первый контур или окружающую среду.

5.12. Следует тщательно контролировать концентрацию растворенного кислорода и/или водорода и щелочность, с тем чтобы сводить к минимуму

ухудшение характеристик топливной оболочки и тем самым оптимизировать дозы профессионального облучения и выбросы в окружающую среду. Оболочка из сплава циркония чувствительна к коррозии при окислении, гидридному охрупчиванию и гиперкоррозии из-за высокого уровня лития в теплоносителе или низкого значения pH и наличия слаборастворимых изотопов, что приводит к образованию на оболочке отложений. Большое количество отложений может приводить к повышению температуры оболочки и, как следствие, увеличить риск отказа топливной оболочки, что может увеличить облучение.

Активированные продукты коррозии

5.13. Следует контролировать, анализировать и регулировать процессы коррозии. Во время останова при наличии малого количества или отсутствии дефектного топлива активированные продукты коррозии являются причиной большей части радиационных полей вне активной зоны. Эти продукты коррозии либо связаны с компонентами активной зоны, либо попадают в систему теплоносителя с корродированных и/или изношенных поверхностей. Далее продукты коррозии переносятся теплоносителем первого контура в активную зону, где они откладываются на поверхностях в нейтронном поле и становятся активированными. Впоследствии они снова попадают в систему теплоносителя, выносятся из активной зоны и откладываются на поверхностях вне активной зоны.

5.14. Следует ввести и осуществлять контроль переноса продуктов коррозии с целью сведения к минимуму выбросов из активной зоны и повторного отложения в ней активированных продуктов коррозии, что может приводить к весьма мощным радиоактивным полям за пределами активной зоны. Уменьшение переноса продуктов коррозии следует обеспечивать посредством поддержания параметров ВХР в первом контуре как можно более стабильными и максимально близкими к оптимальным значениям при нормальной эксплуатации.

5.15. Следует, насколько возможно, сводить к минимуму применение кобальтсодержащих материалов в первом контуре, так как радионуклид ^{60}Co является самым важным фактором, вызывающим образование радиоактивных полей. При ведении водно-химического режима следует контролировать степень коррозии и высвобождение кобальта, с тем чтобы уменьшить мощность доз, связанных с ^{60}Co .

5.16. Еще одним важным фактором, влияющим на образование радиационных полей, является радионуклид ^{58}Co . Он образуется из никеля при реакции n-p (когда нейтрон замещает протон в ядре). Так как никель является неотъемлемой составляющей почти всех конструктивных материалов первого контура, присутствие ^{58}Co нельзя исключить, и его активность увеличивается при повышении содержания никеля в сплаве. Оптимальный водно-химический режим первого контура при эксплуатации и особенно во время останова является одним из наиболее действенных средств сведения к минимуму радиационных полей, связанных с ^{58}Co .

5.17. Следует сводить к минимуму присутствие в компонентах серебра и сурьмы, являющихся легко активируемыми элементами и, при необходимости и по возможности, следует исключать их прежде всего в процессе останова посредством правильного выбора водно-химического режима останова. На энергоблоках с РБМК еще одним важным фактором наличия радиационных полей может быть ^{95}Zr , который, по возможности, следует удалять.

5.18. После строительства станции и ввода ее в эксплуатацию контроль ВХР посредством обеспечения соответствующего водно-химического режима следует использовать в качестве основного метода, применяемого оператором с целью уменьшения отложений радиоактивных материалов. Следует определить и реализовать правильный контроль параметров ВХР при нормальной эксплуатации и для процессов останова, пуска и режима ненагруженного резерва с целью уменьшения образования, переноса и отложения активированных продуктов коррозии на протяжении топливного цикла. Во время останова концентрация продуктов коррозии может значительно увеличиться, а также может измениться направление переноса продуктов, что может приводить к отложению на поверхностях вне активной зоны. В результате этого мощности доз и дозы профессионального облучения при остановах могут возрастать и могут образовываться участки с повышенной радиоактивностью.

Компоненты первого контура

5.19. На этапе ввода в эксплуатацию следует обрабатывать поверхности перед пуском и во время первого пуска, с тем чтобы создать защитный слой и обеспечить во всех системах наличие соответствующих пассивированных поверхностей. Защитный слой впоследствии уменьшит попадание продуктов коррозии в теплоноситель при работе станции на мощности и, следовательно, отложение радиоактивных материалов.

5.20. Для устранения негативного влияния коррозии и, следовательно, ненужного увеличения мощности дозы из-за отложения продуктов коррозии следует применять контроль ВХР. При нормальной эксплуатации на мощности контроль ВХР следует обеспечивать посредством эффективного применения встроенных (имеющихся) систем очистки.

5.21. При замене оборудования и/или частей оборудования в системе следует рассматривать возможность сведения к минимуму использования материалов, содержащих потенциально загрязняющие вещества, которые могут приводить к коррозии. В надлежащих случаях следует рассматривать программы по замене стеллита и сурьмы.

ПРОЦЕССЫ ДЕЗАКТИВАЦИИ

5.22. Следует разработать и обосновать для разных областей применения эффективные методы дезактивации (например, химической, электрохимической и механической). Затраты, необходимый простои, риск, связанный с применением корродирующих реагентов и образование радиоактивных отходов при дезактивации означают, что применение дезактивации следует сводить к минимуму посредством эффективного контроля скорости образования радиационных полей и правильного управления водно-химическим режимом. Результатом дезактивации должно быть абсолютное уменьшение дозы профессионального облучения на протяжении всего срока эксплуатации станции.

5.23. Следует избегать широкого применения химической дезактивации в первом контуре, с тем чтобы сводить к минимуму ухудшение защитного оксидного слоя на поверхностях, восстановление которого требует времени и дополнительной пассивации, а также изменений поверхностного покрытия, повышающих повторное загрязнение и интенсивность коррозии. Без однородной и стабильной защитной пленки на поверхности начнется процесс сильной коррозии и переноса продуктов коррозии, что может вызвать образование значительных отложений на поверхности топлива и увеличить риск повреждения топлива. Если химическую дезактивацию нельзя исключить, то после нее следует восстановить и контролировать пассивное состояние поверхности.

5.24. При широком использовании процессов химической дезактивации, например, при дезактивации парогенератора или всей системы следует оценивать все негативные побочные эффекты. При оптимизации доз

профессионального облучения следует учитывать и другие технические меры (например, экранирование, заполнение систем водой, использование робототехники, ограничения по времени и обучение персонала).

СВЕДЕНИЕ К МИНИМУМУ ОБРАЗОВАНИЯ И ВЫБРОСОВ ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

5.25. С помощью соответствующих методов эксплуатации и контроля ВХР следует, насколько возможно, уменьшать образование радиоактивных отходов в терминах их активности и количества. Обращение с радиоактивными отходами и их промежуточное хранение следует строго контролировать в соответствии с требованиями безопасного захоронения отходов [10]. При обращении с отходами и их промежуточном хранении следует учитывать требования, определенные критериями приемлемости отходов. Более подробные рекомендации по обращению с отходами при эксплуатации атомных электростанций изложены в [11].

5.26. С целью сведения к минимуму образования и/или активности жидких и газообразных отходов следует рассмотреть применение следующих методов:

- a) контроль и выявление течей в системе на раннем этапе и принятие немедленных корректирующих мер;
- b) оптимизация общего количества единиц оборудования и устройств, а также оптимизация обращения с жидкостями на станции с целью уменьшения объема собираемых жидких отходов;
- c) разделение жидкостей, с тем чтобы не допустить разбавления и смешивания химически несовместимых веществ;
- d) уменьшение количеств химических реактивов, утилизация химических веществ (особенно борной кислоты), если это возможно и практически оправдано, и применение полностью и безопасно растворимых химических реагентов;
- e) разработка соответствующих процедур ведения ВХР с целью предотвращения и контроля течей топлива и течей теплоносителя из первого во второй контур;
- f) уменьшение количества газа, вводимого в систему, до практически достижимого минимума;
- g) использование ионообменных смол и селективных сорбентов;
- h) использование фильтров для отделения взвешенных радиоактивных веществ от жидкостей;

- i) использование баков для выдержки и другого аналогичного оборудования (угольные фильтры), с тем чтобы обеспечить радиоактивный распад материала перед его сбросом;
- j) применение эффективных фильтров для отделения аэрозолей от газообразных сбросов;
- k) применение очистки для уменьшения объема (фильтры-рекомбинаторы, поглотители, ловушки пара, хранение под давлением), которая также служит для выдержки отходов;
- l) оптимизация обращения с отходами с целью уменьшения их количества, облегчения утилизации и уменьшения облучения экономичным образом.

5.27. Следует применять соответствующий контроль ВХР с целью сведения к минимуму риска и последствий аварии с потерей теплоносителя, приводящей к выбросу радионуклидов йода в здание гермооболочки.

6. НАДЗОР ЗА ВХР

6.1. Эксплуатирующей организации следует разработать и осуществлять программу надзора за ВХР с целью проверки эффективности контроля ВХР в системах станции. Следует также обеспечивать проверку того, что эксплуатация конструкций, систем и элементов, важных для безопасности, осуществляется с соблюдением установленных предельных значений. Такую программу надзора следует применять для определения тенденций изменения параметров и обнаружения и устранения нежелательного влияния и последствий превышения химическими параметрами установленных диапазонов значений. Программа надзора за ВХР должна отражать спецификации ВХР для всех этапов периода эксплуатации станции, в том числе периодов ввода в эксплуатацию, останова и пуска, а также вывода систем из эксплуатации на длительное время.

6.2. Задачами программы надзора за ВХР являются:

- a) проверка соответствия пределам и условиям контроля и диагностики ВХР;
- b) поддержание работоспособности конструкций, систем и элементов;

- с) обнаружение аномальных условий ВХР и, следовательно, раннее выполнение корректирующих мероприятий, прежде, чем их последствия станут серьезными для безопасности;
- d) обеспечение соблюдения предельных значений сбросов.

6.3. В программе надзора за ВХР следует использовать все доступные источники информации, включая данные о ВХР и другие технологические сведения, имеющие отношение к ВХР.

6.4. Программное обеспечение для расчетов химических процессов, важных для безопасности, следует перед его применением подвергать верификации и валидации третьей стороной или другой независимой организацией или экспертами. Подробные сведения см. в [12].

6.5. В программу надзора следует включать анализ тенденций с целью проверки того, что соответствующие параметры контроля и диагностики находятся в допустимых пределах.

6.6. Следует рассмотреть возможность использования оценочных показателей ВХР для наиболее важных параметров ВХР; следует выявлять тенденции изменения этих показателей и периодически предоставлять информацию о них для оценки.

6.7. Надзор за ВХР следует осуществлять с помощью оперативных приборов, анализа индивидуальных представительных проб («разовых проб») и последующей оценки их результатов.

МОНИТОРИНГ ВХР

6.8. Следует рассмотреть возможность использования оперативного мониторинга контрольных параметров как наиболее предпочтительного метода мониторинга условий ВХР стационарных систем.

6.9. Лабораторный анализ следует считать необходимым дополнением при диагностике проблем ВХР, при проверке точности приборов контроля в оперативном режиме и в тех случаях, когда применение оперативного мониторинга либо невозможно, либо нецелесообразно.

6.10. Следует разработать письменные процедуры для всех видов оперативного и лабораторного анализа, и в таких процедурах следует:

- a) описать предполагаемое назначение процедуры;
- b) указать справочную литературу, использованную для разработки процедуры;
- c) дать краткое изложение используемых аналитических методов с указанием возможных помех, точности, линейности и диапазона этих методов, а также точности измерений, с тем чтобы показать способы их валидации;
- d) указать оборудование, реагенты и эталоны, необходимые для выполнения анализа;
- e) изложить пошаговые инструкции по выполнению анализа и расчету результатов;
- f) изложить требования к контролю качества и меры по охране труда и радиационной защите;
- g) привести сведения по калибровке приборов.

6.11. Следует разработать программу калибровки и техобслуживания и применять ее ко всем оперативным и лабораторным контрольным приборам. Следует четко определить обязанности по калибровке и техобслуживанию приборов.

6.12. Реагенты и источники, используемые для калибровки, должны быть надежными (например, все применяемые эталоны должны быть поверены в соответствии с сертифицированными стандартными растворами и реагентами).

6.13. Точки калибровки следует выбирать таким образом, чтобы их диапазоны измерений частично совпадали и чтобы они были как можно ближе к ожидаемому значению измерений.

Оперативный мониторинг

6.14. Следует использовать системы оперативного мониторинга и сбора данных ВХР, которые обеспечивают точные измерения и регистрацию данных, а также выдают предупреждающие сигналы по основным параметрам ВХР. Диапазоны измерения аналитических приборов должны быть шире рабочих диапазонов и пределов безопасности станции.

6.15. В рамках комплексной системы управления атомной электростанцией [7] следует создать систему управления, которая обеспечивала бы точность и надежность данных, поступающих от системы оперативного мониторинга и

сбора данных. Дополнительными методами, которые могут использоваться для решения этой задачи, являются:

- a) своевременная калибровка либо на основе рекомендаций изготовителя оборудования и опыта станции, либо с применением стандартных решений;
- b) сравнение результатов, поступающих от приборов оперативного контроля и лабораторного оборудования;
- c) сравнение данных для различных точек пробоотбора (например, взаимное сравнение измерений удельной проводимости Н-катионированной пробы системы продувки парогенератора) или сравнение разных измерений параметров в одной точке пробоотбора с целью оценки достоверности измеренных данных.

6.16. Следует также учитывать типичные физические условия (например, температуру, расход) в точке измерения. Хотя в некоторых приборах предусмотрена температурная компенсация, при оценке результатов следует контролировать температуру, так как приборы могут иметь ограничения по точности и температурному диапазону.

Лабораторный мониторинг

6.17. Лабораторный мониторинг включает пробоотбор в системах станции и анализ конкретных химических свойств, концентраций растворенных и взвешенных примесей и активности радионуклидов. Следует определить и обеспечить объем и периодичность деятельности по мониторингу ВХР. Для каждого химического режима (пуск, останов, работа на стабильном уровне мощности, переходные режимы) следует определить точки пробоотбора, периодичность анализа и процедуру.

6.18. Следует анализировать «контрольные образцы» (измерения, проводимые через определенные промежутки времени) и составлять контрольные графики, показывающие, что применяемые методы продолжают давать точные результаты. Можно рассмотреть возможность организации программы межлабораторного сравнения.

6.19. При определении используемых аналитических методов следует учитывать предполагаемые уровни концентрации для рассматриваемых химических параметров. Выбранный метод должен обеспечивать достаточную чувствительность в предполагаемом диапазоне концентраций.

Следует определять и, при необходимости, корректировать «эффект матрицы» (влияние других компонентов в пробе).

РАДИОХИМИЯ

6.20. Контроль радиохимии является основной частью деятельности по ведению ВХР на атомной электростанции. Измерение радиохимических параметров важно для безопасного управления станцией на всех этапах ее цикла эксплуатации, начиная с пуска и до вывода из эксплуатации.

6.21. Радиохимические измерения следует выполнять для таких систем, как закрытые водные контуры и первый и второй контуры PWR с целью определения течей в материальных барьерах. Радиохимические измерения следует выполнять для широкого спектра видов деятельности на станции, описанных ниже.

6.22. Мониторинг активности теплоносителя первого контура следует проводить в поддержку выполнения следующих задач:

- а) измерения активности продуктов деления в качестве средства оценки целостности топлива, определения течей в топливной оболочке и оценки типа и количества дефектов оболочки:
 - для этой цели следует применять откалиброванные гамма спектрометры хорошего качества, в хорошем состоянии, достаточное количество разнообразных откалиброванных геометрических конфигураций, и эффективные и верифицированные процедуры радиохимической сепарации;
 - результаты подобных измерений должны служить исходной информацией для аттестованных расчетов с целью оценки течей топлива. Следует обеспечивать достаточную чувствительность измерений активности основных продуктов деления как главное условие раннего обнаружения течей топлива;
 - следует надлежащим образом контролировать переходные режимы, сопровождающиеся «пиковыми явлениями»³ продуктов деления;

³ Пиковые явления возникают в случаях, когда продукты деления, накопившиеся внутри топливного стержня (в трещинах топливных таблеток, в пространстве между топливными таблетками, в оболочке и в расширительной камере), попадают в теплоноситель при уменьшении давления (см. [13]).

- в рамках данных мероприятий и в зависимости от типа топлива следует делать правильный выбор летучих (например, благородные газы, йод) и нелетучих (например, цезий, трансурановые элементы) радионуклидов, с тем чтобы обеспечивать обнаружение как малых, так и больших дефектов оболочки;
 - при оценке выгорания дефектных топливных стержней следует применять правильно выбранный коэффициент активности радионуклидов, с тем чтобы облегчить их определение при эксплуатации или остановах, в зависимости от типа реактора;
- б) измерение активности продуктов коррозии как средство контроля качества ВХР, процессов переноса радиоактивных материалов и потенциального попадания посторонних материалов. Для обеспечения хороших представительных данных следует, по возможности, применять соответствующие изокинетические методы пробоотбора, позволяющие осуществить «фракционирование активности» (разделение отдельных фракций по активности) жидкостей и частиц;
- с) измерение других активированных изотопов (например, радиоизотопов натрия, калия и хлора) в качестве полезного средства верификации и перекрестной проверки результатов химического анализа и раннего предупреждения о наличии низких концентраций возможно неизвестных примесей.

6.23. Радиохимические измерения должны быть частью операций по обращению с топливом, от бассейна выдержки реактора до любых операций транспортировки в промежуточные хранилища, с тем чтобы контролировать герметичность топлива и возможное развитие дефектов после удаления топлива из реактора.

6.24. При мониторинге функционирования систем очистки следует применять радиохимические измерения, особенно в тех случаях, когда основной целью работы системы очистки является удаление радиоактивных материалов.

6.25. При мониторинге эффективности процессов дезактивации следует проводить измерение активности соответствующих радионуклидов, особенно при дезактивации крупногабаритных компонентов, с тем чтобы оптимизировать продолжительность обработки и свести к минимуму образование радиоактивных отходов. Методы мониторинга должны соответствовать принципам и целям ALARA.

6.26. Для получения результатов, необходимых для классификации радиоактивных отходов с точки зрения их обработки, кондиционирования и утилизации, следует применять радиохимические методы:

- a) следует разработать эффективные и обоснованные методы радиохимической сепарации для измерения активности радионуклидов, сложных для измерения (например, источников чистого альфа- и бета-излучения, /источников низкоэнергетического гамма-излучения);
- b) для радионуклидов, указанных для каждой установки по утилизации, и как определено в техническом обосновании безопасности, следует разработать постоянно выполняемые мероприятия для конкретного набора потоков отходов, позволяющие собрать достаточное количество данных для выведения математических корреляций между радионуклидами, сложными для измерений, и основными (референтными) радионуклидами (так называемых «отпечатков пальцев»);
- c) такие корреляции следует в дальнейшем использовать для расчетной классификации вновь образовавшихся отходов, при этом необходимо периодически проверять их правильность с помощью нового радиохимического анализа.

6.27. Следует регулярно контролировать активность радиоактивных сбросов, как жидких, так и газообразных, с помощью соответствующих методов фракционирования активности и мониторинга.

6.28. Радиохимические методы на основе радиохимической сепарации и хорошо откалиброванных жидкостных сцинтилляционных счётчиков следует также использовать для мониторинга жидких и газообразных выбросов трития и ^{14}C как бета излучателей с низкой удельной энергией.

6.29. Определение активности отложений на поверхности первого контура служит для выявления либо конкретных потенциальных загрязняющих радионуклидов (например, сурьмы, серебра), либо тенденций и аномалий доз профессионального облучения. Это определение выполняют с помощью отбора мазковых проб, соскоба коррозионного слоя или электрохимического пробоотбора, методом гамма-спектрометрии соответствующих участков первого контура на месте или другими методами.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВХР

Лабораторное оборудование

6.30. Следует обеспечивать надлежащую защиту и размещение лабораторий, предусматривать для них достаточные помещения, расходные материалы и оборудование, а также обеспечивать решение кадровых вопросов.

6.31. Следует предусматривать резервирование и эквивалентность лабораторного оборудования, с тем чтобы можно было проводить анализ в любое время.

6.32. Следует поддерживать порядок и чистоту в рабочих зонах и точках пробоотбора лабораторий, включая соблюдение надлежащих критериев уровня загрязнения в соответствии с процедурами на станции.

6.33. Следует обеспечивать выполнение требований техники безопасности на производстве (наличие вытяжных шкафов, правильное хранение горючих растворителей и опасных материалов, горючих и других газов, наличие дезинфицирующего душа для персонала, а также средств индивидуальной защиты и первой помощи) и радиационной безопасности (соответствующая радиационная защита и оборудование для контроля загрязнения). Все лабораторные и рабочие операции следует выполнять в соответствии с требованиями техники безопасности на производстве и принципом оптимизации защиты (и безопасности) [3, 14].

6.34. Следует разработать защитные меры и включить их в действующие процедуры реагирования в непредвиденных ситуациях, таких как пожар, наводнение и другие внутренние или внешние события.

Лабораторные приборы

6.35. Все лабораторные приборы и оборудование должны быть в хорошем состоянии, с тем чтобы обеспечить точность и надежность данных анализа для целей мониторинга. Надлежащее состояние таких приборов и оборудования следует обеспечивать посредством осуществления документально оформленного плана технического обслуживания и плана регулярного проведения калибровок.

6.36. Следует обеспечивать наличие резервных приборов и оборудования для проведения анализа определенных типов с заданной периодичностью. Следует обосновывать применение конкретных приборов, оборудования и методов.

6.37. В лаборатории следует иметь в наличии руководства по эксплуатации приборов и аккуратно вести регистрационные журналы и записи калибровки.

Проверка работы лаборатории

6.38. Следует регулярно проверять соответствие требованиям и точность процедур посредством внутрилабораторных и межлабораторных испытаний с целью выявления аналитических помех и недостатков в калибровке, аналитических методах и функционировании приборов. Результаты испытаний следует оценивать с целью определения причины незапланированных различий и отклонений с учетом как краткосрочных, так и долгосрочных эффектов. В случае необходимости, с целью дальнейшего улучшения работы лаборатории следует предпринимать корректирующие меры.

Проверка работы приборов

6.39. Результаты анализа эталонов следует использовать для проверки точности приборов на основе заданных критериев приемлемости.

6.40. Если показания приборов серьезно отклоняются от ожидаемых, следует провести исследование с целью определения причин такого отклонения. Для поддержания или восстановления необходимого уровня точности может понадобиться ремонт или повторная калибровка аналитического прибора.

Системы пробоотбора

6.41. Следует надлежащим образом рассматривать необходимость корректировки условий пробоотбора как одного из наиболее важных факторов, влияющих на точность и достоверность результатов измерений, являющиеся первым шагом любого аналитического измерения. Следует учитывать задержки в получении проб (например, из-за объема линии пробоотбора для жидких образцов) при использовании данных оперативных и лабораторных измерений, и конкретные аспекты пробоотбора, связанные

с получением репрезентативных растворимых и абразивных продуктов коррозии.

6.42. Представительный характер черпаковых проб следует обеспечивать посредством соответствующей промывки линий пробоотбора, правильного определения расхода, обеспечения чистоты контейнеров и сведения к минимуму риска химического загрязнения и утечки растворенных газов или летучих веществ при пробоотборе. Следует предусмотреть письменную процедуру взятия проб.

СИСТЕМА ПОСЛЕАВАРИЙНОГО ПРОБООТБОРА

6.43. Система послеаварийного пробоотбора или другая соответствующая установка пробоотбора должна быть готова к работе, когда этого потребуют аварийные процедуры, и следует также рассмотреть возможность ее использования для взятия штатных проб в системах станции. Если системы послеаварийного пробоотбора нет, следует использовать другие подходы к оценке повреждения активной зоны и суммарного количества продуктов деления, выброшенных в гермооболочку.

6.44. Для правильного функционирования системы послеаварийного пробоотбора необходимо предусмотреть следующее:

- a) процедуры эксплуатации системы послеаварийного пробоотбора;
- b) меры радиационной защиты персонала, выполняющего пробоотбор и анализ; их следует оценивать заранее и применять при использовании системы послеаварийного пробоотбора;
- c) программу профилактического технического обслуживания;
- d) регулярные проверки работоспособности системы послеаварийного пробоотбора;
- e) регулярную подготовку персонала, в задачи которого входит эксплуатация системы послеаварийного пробоотбора (т.е., персонала, проводящего отбор черпаковых проб и выполняющего последующие действия);
- f) определение параметров ВХР, подлежащих мониторингу (например, проводимости в системе очистки теплоносителя реактора и газообразных продуктов деления в главном паропроводе);
- g) процедуры оптимизации профессионального облучения.

7. УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ ВХР

Сбор данных

7.1. Результаты аналитических и контрольных измерений следует регистрировать надлежащим образом (используя, например, лабораторные журналы, бланки для регистрируемых данных, базы данных, содержащих данные периодических оперативных измерений). Эти результаты следует дополнять информацией, необходимой для их интерпретации, оценки и передачи.

7.2. Информацию, связанную с ВХР, следует соответствующим образом архивировать, хранить, и она должна быть легкодоступной в соответствии с положениями программы обеспечения качества на станции.

Рассмотрение данных

7.3. Аналитические данные следует подвергать рассмотрению с целью проверки их полноты, точности и согласованности. Для выявления реальных или потенциальных проблем следует начинать анализ данных ВХР вскоре после регистрации этих данных, в зависимости от важности и потенциальных последствий любых отклонений.

7.4. При наличии отклонений или аномальных значений результатов анализа их должен проверить и подтвердить компетентный сотрудник, а затем следует быстро принять правильные корректирующие меры и оформить их документально.

7.5. Ответственность за анализ данных ВХР в первую очередь лежит на персонале службы ВХР. Сотрудникам службы ВХР следует сравнивать текущие данные с полученными ранее и анализировать ситуации, когда полученные результаты выходят за границы установленного диапазона эксплуатационных условий системы, определять новые примеси химических веществ и эксплуатационные изменения и рассматривать результаты лабораторных испытаний с целью контроля качества.

Оценка данных и выявление тенденций

7.6. Данные следует сравнивать с эксплуатационными пределами и следует проводить их оценку и анализ тенденций с целью оценки эффективности

контроля ВХР, определения несогласованности аналитических данных и отрицательных тенденций в условиях ВХР, а также в помощь оптимизации ВХР систем станции. Особое внимание следует уделять данным, выходящим за рамки эксплуатационных пределов.

7.7. Следует составлять графики тенденций параметров ВХР с целью получения адекватной картины ВХР на станции и облегчения корреляции соответствующих параметров ВХР и состояния систем.

7.8. Тенденции следует рассматривать вскоре после регистрации данных, с тем чтобы определять проблемы, в отношении которых могут потребоваться корректирующие действия, прежде, чем параметры выйдут за установленные пределы. Анализ тенденций следует применять также с целью оценки переходных режимов небольшой продолжительности, вызванных изменениями условий эксплуатации станции, и медленных долгосрочных изменений, возникающих при стабильных условиях эксплуатации. Оценка медленных изменений облегчит прогнозирование ситуации, когда изменение может превратиться в серьезную проблему безопасности.

7.9. Следует на регулярной основе проводить оценку важных краткосрочных и долгосрочных результатов анализа ВХР и представлять доклады соответствующему руководству. Следует устанавливать эффективную связь с другими группами в тех случаях, когда аналитические данные указывают на необходимость немедленных действий с целью решения проблем, связанных с ВХР.

Обратная связь

7.10. Следует определить метод передачи аналитических результатов другим подразделениям (например, эксплуатационным службам), довести его до сведения персонала и добиться его понимания, с тем чтобы обеспечить своевременное устранение любых выявленных проблем [15].

8. ОБУЧЕНИЕ И КВАЛИФИКАЦИЯ

8.1. Набор, подготовку и подбор квалификации персонала службы ВХР следует организовывать в соответствии с рекомендациями, изложенными в [16].

Компетенции и квалификация

8.2. Руководителям программы по ВХР следует обеспечивать, чтобы персонал службы ВХР обладал необходимой квалификацией, знаниями, навыками и способностями и уровнем контроля для правильного выполнения своих должностных обязанностей и был достаточно мотивирован для восприятия положительного отношения к безопасности [1, 17].

8.3. Эксплуатирующей организации следует обеспечивать, чтобы весь персонал (не только химики), участвующий в осуществлении различных частей программы по ВХР, обладал надлежащими навыками.

8.4. Для достижения и поддержания высокого уровня безопасности персонал службы ВХР должен знать технические и административные требования к безопасности.

Политика обучения

8.5. В соответствии с рекомендациями, изложенными в [16], следует применять системный подход к обучению персонала службы ВХР. Следует разработать и реализовывать базовую подготовку (т.е. общее обучение всего персонала), первичную подготовку и поддержание квалификации. Кроме того, следует регулярно закреплять определенные профессиональные навыки ввиду необходимости для персонала службы ВХР развивать требуемые и специфические навыки и расширять сферу своих знаний.

8.6. Первичная подготовка химперсонала включает стажировку на станции (например, в химлаборатории, на участках пробоотбора, в зонах обращения с химическими реагентами и их хранения и в местах введения химических реагентов в эксплуатационные системы).

8.7. На станциях с большой численностью персонала службы ВХР, который не выполняет на регулярной основе некоторые задачи, следует также рассмотреть возможность регулярного проведения переподготовки.

Учебное оборудование и материалы

8.8. Следует рассмотреть возможность применения учебного оборудования и методов, имеющих широкое распространение и эффективность которых в достижении задач обучения доказана. Такими зарекомендовавшими себя учебным оборудованием и методами являются следующие:

- a) обучение следует проводить в лаборатории, цеху или других местах, где осуществляется деятельность по обеспечению ВХР, с тем чтобы выработать методы безопасной работы в реальном окружении, где будет проходить деятельность;
- b) обучение на рабочих местах следует проводить в соответствии с письменными эксплуатационными процедурами для таких видов работ, как взятие проб, контроль технологий очистки воды, применение оперативной химической станции, устранение неисправностей оперативного и стационарного оборудования, выполнение периодического мелкого технического обслуживания оперативных и лабораторных приборов и использование системы послеаварийного пробоотбора;
- c) Все химические операции должен осуществлять персонал службы ВХР, имеющий разрешение, но обучаемым можно доверять выполнение химических операций в режиме «дублирования» (повторения) действий штатного персонала;
- d) учебные курсы должны включать методы распознавания необычных условий и неблагоприятных тенденций.

8.9. Химики на атомных станциях должны быть полностью подготовлены и обладать достаточными знаниями в своих областях ответственности, с тем чтобы они могли эффективно взаимодействовать с эксплуатационными службами и помогать им.

Программа подготовки

8.10. Программа подготовки должна включать обучение новым технологиям и аналитическим методам до их введения на станции.

8.11. Все квалифицированные поставщики и подрядчики, принимающие участие в операциях, связанных с областью химии (например, производство деминерализованной воды, анализ масла, калибровка измерительных приборов, метрологическая поддержка и сертификация химических реагентов), при работе на атомной электростанции должны быть полностью обучены применению соответствующих норм на станции и должны их применять.

8.12. Персоналу службы ВХР следует участвовать во всех программах подготовки или противоаварийных тренировках с выбросом химических веществ или радиоактивных материалов. Противоаварийные химические процедуры, противоаварийное оборудование и значения параметров для аварийных ситуаций следует проверять перед использованием при подготовке и тренировках, с тем чтобы обеспечить правильное реагирование аварийно-спасательного персонала. Это также позволит проверить адекватность противоаварийных действий и даст возможность персоналу ознакомиться с используемыми методами связи.

8.13. Персонал службы ВХР и другой персонал, работающий с химическими реагентами, должен пройти обучение в следующих конкретных областях:

- a) обращение с опасными и легковоспламеняющимися химическими веществами;
- b) маркировка химических реагентов, хранящихся на складе и используемых внутри лаборатории и за ее пределами;
- c) технические данные по безопасности материалов;
- d) использование и техническое обслуживание индивидуального защитного оборудования;
- e) особенности использования и хранения ядовитых веществ.

8.14. Эксплуатирующей организации следует оказывать поддержку участию представителей службы ВХР станции в работе национальных и международных семинаров, конференций и совещаний, а также облегчать доступ к сетям и форумам по обмену опытом эксплуатации, связанным с ядерной отраслью, где персонал может получать новую информацию о современных научных достижениях, технических разработках и опыте эксплуатации других атомных электростанций.

9. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ И ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ

9.1. Следует разработать политику с целью предотвращения использования химических реагентов и других веществ, которые потенциально могут стать источником опасных загрязнений для территории станции и станционного оборудования, влияя, таким образом, на теплоноситель, вспомогательные системы и системы безопасности или другие внешние поверхности. Следует также четко определить в соответствии с требованиями [7] ответственность за координацию контроля химических реагентов и других веществ на площадке станции.

9.2. Эксплуатирующей организации следует нести ответственность за использование правильных химических реагентов и их надлежащее качество.

9.3. Применение химических реагентов и других материалов на станции, включая те, что были доставлены на станцию подрядчиками, следует контролировать в соответствии с четко разработанными процедурами. Попадание несоответствующих химических реагентов и других веществ в оборудование станции может приводить к отклонениям ВХР и последующему повреждению элементов и систем или возрастанию мощностей доз. Применение неконтролируемых материалов на поверхностях элементов может также приводить к их повреждению.

9.4. Следует составить один или несколько списков химических реагентов и других веществ, одобренных к применению на атомной электростанции. Эти списки должны быть хорошо известны персоналу служб ВХР, технического обслуживания и закупок и подрядчикам.

9.5. Реагенты и ионообменные смолы, применяемые в системах, важных для безопасности, должны соответствовать требованиям спецификаций в части примесей, что следует проверять перед началом их использования.

9.6. Химические реагенты и другие вещества не следует применять в системах, конструкциях или элементах, если содержание в них способствующих коррозии компонентов превышает установленные пределы.

9.7. Следует предусмотреть процедуры закупки, хранения, замены и заказа химических реагентов и других веществ, включая опасные химикаты.

9.8. При получении химических реагентов их заявленное качество следует проверять посредством химического анализа и/или оно должно подтверждаться сертификатом и тестом химической идентификации.

9.9. Маркировка химических реагентов и веществ должна указывать область их разрешенного применения, с тем чтобы их можно было легко идентифицировать. На маркировке следует также указывать срок годности материала.

9.10. При перемещении химического реагента из тары для хранения в меньший контейнер на маркировке последнего следует указывать название химического реагента, дату перемещения и пиктограммы с указанием риска и области применения. Содержимое меньшего контейнера не следует возвращать обратно в тару для хранения. Остатки химических реагентов и веществ следует утилизировать в соответствии с действующими на станции процедурами. Следует периодически проверять качество химических реагентов в открытых тарах для хранения.

9.11. Следует поощрять замену вредных (с точки зрения личной безопасности, экологической защиты и совместимости материалов) химических реагентов и других веществ на безвредные.

9.12. Персонал, участвующий в получении, хранении, транспортировке и применении химических веществ, следует обучить пониманию принципов их совместимости при хранении, требований к маркировке, обращению, безопасности и влиянию на конструкции, системы и элементы станции (см. раздел 8).

9.13. Руководителям следует периодически выполнять обходы станции с целью оценки эффективности программы по ВХР и выявления неконтролируемого хранения химикатов.

9.14. Для всех одобренных химических реагентов и веществ следует иметь в наличии и в открытом доступе технические данные о безопасности материалов. Эти технические данные должны включать, как минимум, сведения о возможных опасностях для здоровья персонала, профилактических мерах при обращении с материалами и медицинские рекомендации относительно действий при случайном употреблении.

9.15. Химические реагенты следует хранить только на соответствующих складах с противопожарной защитой и контролем утечек, оборудованных,

при необходимости, дезинфицирующими душами. Окислители и восстановители, легко воспламеняемые растворители и концентрированные растворы кислот и щелочей следует хранить отдельно. Баки, содержащие химические реагенты, следует снабжать соответствующей маркировкой. Разумно малые количества химических реагентов можно хранить в других контролируемых помещениях цехов или в подразделении эксплуатации.

9.16. При хранении химических реагентов следует учитывать уменьшение срока их годности в открытых контейнерах. Вскрытые или частично пустые контейнеры следует хранить таким образом, чтобы оставшийся продукт находился в удовлетворительном состоянии.

9.17. Следует разработать процедуру определения качества всех масел, используемых для каждого элемента, важного для безопасности, и используемых для обеспечения работоспособности систем, важных для безопасности.

9.18. Смазки и масла гидравлических систем оборудования, важного для безопасности, и/или работоспособность систем, важных для безопасности, следует регулярно анализировать с целью проверки контрольных параметров, характеризующих их состояние.

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- [1] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Безопасность атомных электростанций: ввод в эксплуатацию и эксплуатация, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-2/2, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Техническое обслуживание, надзор и инспекции при эксплуатации на атомных электростанциях, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.6, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [3] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности: терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты, издание 2007 года, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [4] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Safety Aspects of Water Chemistry in Light Water Reactors, IAEA-TECDOC-489, IAEA, Vienna (1988).
- [5] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Эксплуатирующая организация для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.4, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [6] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Применение системы управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-G-3.1, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [7] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Система управления для установок и деятельности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № GS-R-3, МАГАТЭ, Вена (2008).
- [8] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Пределы и условия для эксплуатации и эксплуатационные процедуры для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.2, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [9] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Управление активной зоной и обращение с топливом на атомных станциях, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.5, МАГАТЭ, Вена (2004).
- [10] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Захоронение радиоактивных отходов, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SSR-5, МАГАТЭ, Вена (2011).
- [11] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Радиационная защита и обращение с радиоактивными отходами при эксплуатации атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.7, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [12] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.1, IAEA, Vienna (2000).
- [13] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Аспекты радиационной защиты при проектировании атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-1.13, МАГАТЭ, Вена (2008).

- [14] АГЕНТСТВО ПО ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ ОЭСР, ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ЕВРОПЕЙСКОЕ СООБЩЕСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, МЕЖДУНАРОДНАЯ МОРСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ, МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА, МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, ПАНАМЕРИКАНСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, ПРОГРАММА ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ, Основопологающие принципы безопасности, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № SF-1, МАГАТЭ, Вена (2007).
- [15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Учет эксплуатационного опыта о событиях на ядерных установках, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.11, МАГАТЭ, Вена (2009).
- [16] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ, Набор, квалификация и подготовка персонала для атомных электростанций, Серия норм безопасности МАГАТЭ, № NS-G-2.8, МАГАТЭ, Вена (2005).
- [17] МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНСУЛЬТАТИВНАЯ ГРУППА ПО ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, Культура безопасности, Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-4, МАГАТЭ, Вена (1991).

СОСТАВИТЕЛИ И РЕЦЕНЗЕНТЫ

Bolz, M.	Атомная электростанция «Филиппсбург», Германия
Dubois, D.	Международное агентство по атомной энергии
Фролов, С.	Всемирная ассоциация организаций, эксплуатирующих атомные электростанции
Hanus, V.	Атомная электростанция «Темелин», Чешская Республика
Makela, K.	Атомная электростанция «Ловийса», Финляндия
Nordmann, F.	«Электрисите де Франс», Франция
Renev, A.	Международное агентство по атомной энергии
Schunk, J.	Атомная электростанция «Пакш», Венгрия
Smiesko, I.	Атомная электростанция «Богунице», Словакия
Zotica, D.	Атомная электростанция «Чернаводэ», Румыния

ОРГАНЫ, УЧАСТВУЮЩИЕ В ОДОБРЕНИИ НОРМ БЕЗОПАСНОСТИ МАГАТЭ

Звездочкой отмечены члены-корреспонденты. Членам-корреспондентам направляются проекты документов для замечаний, а также другая документация, но они, как правило, не принимают участия в работе совещаний. Двумя звездочками отмечены заместители.

Комиссия по нормам безопасности

Австралия: Loy, J.; Аргентина: González, A.J.; Бельгия: Samain, J.-P.; Бразилия: Vinhas, L.A.; Вьетнам: Le-chi Dung; Германия: Majer, D.; Египет: Barakat, M.; Израиль: Levanon, I.; Индия: Sharma, S.K.; Испания: Barceló Vernet, J.; Канада: Jammal, R.; Китай: Liu Hua; Корея, Республика: Choul-Но Yun; Литва: Maksimovas, G.; Пакистан: Rahman, M.S.; Российская Федерация: Адамчик, С.; Соединенное Королевство: Weightman, M.; Соединенные Штаты Америки: Virgilio, M.; Украина: Миколайчук, Е.; Финляндия: Laaksonen, J.; Франция: Lacoste, A.-С. (председатель); Швеция: Larsson, С.М.; Южная Африка: Magugumela, M.T.; Япония: Fukushima, A.; Агентство по ядерной энергии ОЭСР: Yoshimura, U.; Европейская комиссия: Faross, P.; Консультативная группа по вопросам физической ядерной безопасности: Hashmi, J.A.; МАГАТЭ: Delattre, D. (координатор); Международная группа по ядерной безопасности: Meserve, R.; Международная комиссия по радиологической защите: Holm, L.-E.; председатели комитетов по нормам ядерной безопасности: Brach, E.W. (ТРАНССК); Magnusson, S. (РАССК); Pather, T. (ВАССК); Vaughan, G.J. (НУССК).

Комитет по нормам ядерной безопасности

*Австралия: Le Cann, G.; Австрия: Sholly, S.; Алжир: Merrouche, D.; Аргентина: Waldman, R.; Бельгия: De Boeck, B.; *Болгария: Gledachev, Y.; Бразилия: Gromann, A.; Венгрия: Adorján, F.; Гана: Emi-Reynolds, G.; Германия: Wassilew, С.; *Греция: Camarinopoulos, L.; Египет: Ibrahim, M.; Израиль: Hirshfeld, H.; Индия: Vaze, K.; Индонезия: Antariksawan, A.; Иран, Исламская Республика: Asgharizadeh, F.; Испания: Zarzuela, J.; Италия: Vava, G.; Канада: Rzentkowski, G.; *Кипр: Demetriades, P.; Китай: Jingxi Li; Корея, Республика: Hyun-Koon Kim; Ливийская Арабская Джамахирия: Abuzid, O.; Литва: Demčenko, M.; Малайзия: Azlina Mohammed Jais;*

Марокко: Soufi, I.; *Мексика*: Carrera, A.; *Нидерланды*: van der Wiel, L.; *Пакистан*: Habib, M.A.; *Польша*: Jurkowski, M.; *Российская Федерация*: Баранаев, Ю.; *Румыния*: Biro, L.; *Словакия*: Uhrík, P.; *Словения*: Vojnovič, D.; *Соединенное Королевство*: Vaughan, G.J. (председатель); *Соединенные Штаты Америки*: Mayfield, M.; *Тунис*: Baccouche, S.; *Турция*: Bezdegumeli, U.; *Украина*: Шумкова, Н.; *Уругвай*: Nader, A.; *Финляндия*: Järvinen, M.-L.; *Франция*: Feron, F.; *Хорватия*: Valčić, I.; *Чешская Республика*: Šváb, M.; *Швейцария*: Flury, P.; *Швеция*: Hallman, A.; *Южная Африка*: Leotwane, W.; *Япония*: Kanda, T.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Reig, J.; **Всемирная ядерная ассоциация*: Борисова, И.; *Европейская комиссия*: Vigne, S.; *МАГАТЭ*: Feige, G. (координатор); *Международная организация по стандартизации*: Sevestre, B.; *Международная электротехническая комиссия*: Bouard, J.-P.; *ФОРАТОМ*: Fourest, B.

Комитет по нормам радиационной безопасности

Австралия: Melbourne, A.; **Австрия*: Karg, V.; **Алжир*: Chelbani, S.; *Аргентина*: Massera, G.; *Бельгия*: van Bladel, L.; **Болгария*: Katzarska, L.; *Бразилия*: Rodriguez Rochedo, E.R.; *Венгрия*: Koblinger, L.; *Гана*: Amoako, J.; *Германия*: Helming, M.; **Греция*: Kamenopoulou, V.; *Дания*: Øhlenschläger, M.; *Египет*: Hassib, G.M.; *Израиль*: Koch, J.; *Индия*: Sharma, D.N.; *Индонезия*: Widodo, S.; *Иран, Исламская Республика*: Kardan, M.R.; *Ирландия*: Colgan, T.; *Исландия*: Magnusson, S. (председатель); *Испания*: Amor Calvo, I.; *Италия*: Bologna, L.; *Канада*: Clement, C.; **Кипр*: Demetriades, P.; *Китай*: Huating Yang; *Корея, Республика*: Byung-Soo Lee; **Куба*: Betancourt Hernandez, L.; **Латвия*: Salmins, A.; *Ливийская Арабская Джамахирия*: Busitta, M.; *Литва*: Mastauskas, A.; *Малайзия*: Hamrah, M.A.; *Марокко*: Tazi, S.; *Мексика*: Delgado Guardado, J.; *Нидерланды*: Zuur, C.; *Норвегия*: Saxebol, G.; *Пакистан*: Ali, M.; *Парагвай*: Romero de Gonzalez, V.; *Польша*: Merta, A.; *Португалия*: Dias de Oliveira, A.M.; *Российская Федерация*: Савкин, М.; *Румыния*: Rodna, A.; *Словакия*: Jurina, V.; *Словения*: Sutej, T.; *Соединенное Королевство*: Robinson, I.; *Соединенные Штаты Америки*: Lewis, R.; **Таиланд*: Suntarapai, P.; *Тунис*: Chékir, Z.; *Турция*: Окуар, Н.В.; *Украина*: Павленко, Т.; **Уругвай*: Nader, A.; *Филиппины*: Valdezco, E.; *Финляндия*: Markkanen, M.; *Франция*: Godet, J.-L.; *Хорватия*: Kralik, I.; *Чешская Республика*: Petrova, K.; *Швейцария*: Piller, G.; *Швеция*: Almen, A.; *Эстония*: Lust, M.; *Южная Африка*: Olivier, J.H.I.; *Япония*: Kiryu, Y.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Lazo, T.E.; *Всемирная организация здравоохранения*: Carr, Z.; *Всемирная ядерная ассоциация*: Saint-Pierre, S.; *Европейская комиссия*: Janssens, A.; *МАГАТЭ*: Boal, T. (координатор); *Международная ассоциация*

поставщиков и производителей источников: Fasten, W.; Международная комиссия по радиологической защите: Valentin, J.; Международная организация по стандартизации: Rannou, A.; Международная электротехническая комиссия: Thompson, I.; Международное бюро труда: Niu, S.; Научный комитет Организации Объединенных Наций по действию атомной радиации: Crick, M.; Панамериканская организация здравоохранения: Jiménez, P.; Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: Byron, D.

Комитет по нормам безопасности перевозки

Австралия: Sarkar, S.; *Австрия:* Kirchnawy, F.; *Аргентина:* López Vietri, J.; ****Сапародна,** N.M.; *Бельгия:* Cottens, E.; *Болгария:* Bakalova, A.; *Бразилия:* Xavier, A.M.; *Венгрия:* Sáfár, J.; *Гана:* Emi-Reynolds, G.; *Германия:* Rein, H.; **Nitsche,* F.; ****Alter,** U.; **Греция:* Vogiatzi, S.; *Дания:* Breddam, K.; *Египет:* El-Shinawy, R.M.K.; *Израиль:* Koch, J.; *Индия:* Agarwal, S.P.; *Индонезия:* Wisnubroto, D.; *Иран, Исламская Республика:* Eshraghi, A.; **Emamjomeh,* A.; *Ирландия:* Duffu, J.; *Испания:* Zamora Martin, F.; *Италия:* Trivelloni, S.; ****Orsini,** A.; *Канада:* Régimbald, A.; **Кипр:* Demetriades, P.; *Китай:* Xiaoping Li; *Корея, Республика:* Dae-Hyung Cho; **Куба:* Quevedo Garcia, J.R.; *Ливийская Арабская Джамахирия:* Kekli, A.T.; *Литва:* Statkus, V.; *Малайзия:* Sobari, M.P.M.; ****Husain,** Z.A.; **Марокко:* Allach, A.; *Мексика:* Bautista Arteaga, D.M.; ****Delgado Guardado,** J.L.; *Нидерланды:* Ter Morshuizen, M.; **Новая Зеландия:* Ardouin, C.; *Норвегия:* Hornkjøl, S.; *Пакистан:* Rashid, M.; **Парагвай:* More Torres, L.E.; *Польша:* Dziubiak, T.; *Португалия:* Vuxo da Trindade, R.; *Российская Федерация:* Бучельников, А.Е.; *Соединенное Королевство:* Sallit, G.; *Соединенные Штаты Америки:* Boyle, R.W.; Brach, E.W. (председатель); *Таиланд:* Jerachanchai, S.; *Турция:* Ertürk, K.; *Украина:* Лопатин, С.; *Уругвай:* Nader, A.; **Cabral,* W.; *Финляндия:* Lahkola, A.; *Франция:* Landier, D.; *Хорватия:* Belamaric, N.; *Чешская Республика:* Ducháček, V.; *Швейцария:* Krietsch, T.; *Швеция:* Häggblom, E.; ****Svahn,** B.; *Южная Африка:* Hinrichsen, P.; *Япония:* Hanaki, I.; *Всемирная ядерная ассоциация:* Gorlin, S.; *Всемирный институт по ядерным перевозкам:* Green, L.; *Всемирный почтовый союз:* Bowers, D.G.; *Европейская комиссия:* Binet, J.; *Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций:* Kervella, O.; *МАГАТЭ:* Stewart, J.T. (координатор); *Международная ассоциация воздушного транспорта:* Brennan, D.; *Международная ассоциация поставщиков и производителей источников:* Miller, J.J.; ****Roughan,** K.; *Международная морская организация:* Rahim, I.; *Международная организация гражданской авиации:*

Rooney, K.; *Международная организация по стандартизации*: Malesys, P.; *Международная федерация ассоциаций линейных пилотов*: Tisdall, A.; **Gessl, M.

Комитет по нормам безопасности отходов

Австралия: Williams, G.; **Австрия*: Fischer, H.; *Алжир*: Abdenacer, G.; *Аргентина*: Biaggio, A.; *Бельгия*: Blommaert, W.; **Болгария*: Simeonov, G.; *Бразилия*: Tostes, M.; *Венгрия*: Czoch, I.; *Гана*: Faanu, A.; *Германия*: Götz, C.; *Греция*: Tzika, F.; *Дания*: Nielsen, C.; *Египет*: Mohamed, Y.; *Израиль*: Dody, A.; *Индия*: Rana, D.; *Индонезия*: Wisnubroto, D.; *Ирак*: Abbas, H.; *Иран, Исламская Республика*: Assadi, M.; **Zarghami, R.*; *Испания*: Sanz Aludan, M.; *Италия*: Dionisi, M.; *Канада*: Howard, D.; *Кипр*: Demetriades, P.; *Китай*: Zhimin Qu; *Корея, Республика*: Won-Jae Park; *Куба*: Fernandez, A.; **Латвия*: Salmins, A.; *Ливийская Арабская Джамахирия*: Elfawares, A.; *Литва*: Paulikas, V.; *Малайзия*: Sudin, M.; **Марокко*: Barkouch, R.; *Мексика*: Aguirre Gómez, J.; *Нидерланды*: van der Shaaf, M.; *Пакистан*: Mannan, A.; **Парагвай*: Idoyaga Navarro, M.; *Польша*: Wlodarski, J.; *Португалия*: Flausino de Paiva, M.; *Словакия*: Homola, J.; *Словения*: Mele, I.; *Соединенное Королевство*: Chandler, S.; *Соединенные Штаты Америки*: Camper, L.; **Таиланд*: Supaokit, P.; *Тунис*: Bousselmi, M.; *Турция*: Özdemir, T.; *Украина*: Макаровская, О.; **Уругвай*: Nader, A.; *Финляндия*: Nutri, K.; *Франция*: Rieu, J.; *Хорватия*: Trifunovic, D.; *Чешская Республика*: Lietava, P.; *Швейцария*: Wannner, H.; *Швеция*: Frise, L.; *Эстония*: Lust, M.; *Южная Африка*: Pather, T. (председатель); *Япония*: Matsuo, H.; *Агентство по ядерной энергии ОЭСР*: Riotte, H.; *Всемирная ядерная ассоциация*: Saint-Pierre, S.; *Европейская комиссия*: Necheva, C.; *МАГАТЭ*: Siraky, G. (координатор); *Международная ассоциация поставщиков и производителей источников*: Fasten, W.; *Международная организация по стандартизации*: Hutson, G.; *Нормы безопасности европейских ядерных установок*: Lorenz, V.; **Нормы безопасности европейских ядерных установок*: Zaiss, W.



IAEA

Международное агентство по атомной энергии

№ 23

ЗАКАЗ В СТРАНАХ

В указанных странах платные публикации МАГАТЭ могут быть приобретены у перечисленных ниже поставщиков или в крупных книжных магазинах.

Заказы бесплатных публикаций следует направлять непосредственно в МАГАТЭ. Контактная информация приводится в конце настоящего перечня.

АВСТРАЛИЯ

DA Information Services

648 Whitehorse Road, Mitcham, VIC 3132, AUSTRALIA

Телефон: +61 3 9210 7777 • Факс: +61 3 9210 7788

Эл. почта: books@dadirect.com.au • Веб-сайт: <http://www.dadirect.com.au>

БЕЛЬГИЯ

Jean de Lannoy

Avenue du Roi 202, 1190 Brussels, BELGIUM

Телефон: +32 2 5384 308 • Факс: +32 2 5380 841

Эл. почта: jean.de.lannoy@euronet.be • Веб-сайт: <http://www.jean-de-lannoy.be>

КАНАДА

Renouf Publishing Co. Ltd.

5369 Canotek Road, Ottawa, ON K1J 9J3, CANADA

Телефон: +1 613 745 2665 • Факс: +1 643 745 7660

Эл. почта: order@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон +1 800 8653457 • Факс: 1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

ЧЕШСКАЯ РЕСПУБЛИКА

Suweco CZ, spol. S.r.o.

Klecakova 347, 180 21 Prague 9, CZECH REPUBLIC

Телефон +420 242 459 202 • Факс: +420 242 459 203

Эл. почта: nakup@suweco.cz • Веб-сайт: <http://www.suweco.cz>

ФИНЛЯНДИЯ

Akateeminen Kirjakauppa

PO Box 128 (Keskuskatu 1), 00101 Helsinki, FINLAND

Телефон: +358 9 121 41 • Факс: +358 9 121 4450

Эл. почта: akatilaus@akateeminen.com • Веб-сайт: <http://www.akateeminen.com>

ФРАНЦИЯ

Form-Edit

5 rue Janssen, PO Box 25, 75921 Paris CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 42 01 49 49 • Факс: +33 1 42 01 90 90

Эл. почта: fabien.boucard@formedit.fr • Веб-сайт: <http://www.formedit.fr>

Lavoisier SAS

14 rue de Provigny, 94236 Cachan CEDEX, FRANCE

Телефон: +33 1 47 40 67 00 • Факс: +33 1 47 40 67 02

Эл. почта: livres@lavoisier.fr • Веб-сайт: <http://www.lavoisier.fr>

L'Appel du livre

99 rue de Charonne, 75011 Paris, FRANCE

Телефон: +33 1 43 07 50 80 • Факс: +33 1 43 07 50 80

Эл. почта: livres@appeldulivre.fr • Веб-сайт: <http://www.appeldulivre.fr>

ГЕРМАНИЯ

Goethe Buchhandlung Teubig GmbH

Schweitzer Fachinformationen

Willstätterstrasse 15, 40549 Düsseldorf, GERMANY

Телефон: +49 (0) 211 49 8740 • Факс: +49 (0) 211 49 87428

Эл. почта: s.dehaan@schweitzer-online.de • Веб-сайт: <http://www.goethebuch.de>

ВЕНГРИЯ

Librotade Ltd., Book Import

PF 126, 1656 Budapest, HUNGARY

Телефон: +36 1 257 7777 • Факс: +36 1 257 7472

Эл. почта: books@librotade.hu • Веб-сайт: <http://www.librotade.hu>

ИНДИЯ

Allied Publishers

1st Floor, Dubash House, 15, J.N. Heredi Marg, Ballard Estate, Mumbai 400001, INDIA

Телефон: +91 22 2261 7926/27 • Факс: +91 22 2261 7928

Эл. почта: alliedpl@vsnl.com • Веб-сайт: <http://www.alliedpublishers.com>

Bookwell

3/79 Nirankari, Delhi 110009, INDIA

Телефон: +91 11 2760 1283/4536

Эл. почта: bkwell@nde.vsnl.net.in • Веб-сайт: <http://www.bookwellindia.com/>

ИТАЛИЯ

Libreria Scientifica "AEIOU"

Via Vincenzo Maria Coronelli 6, 20146 Milan, ITALY

Телефон: +39 02 48 95 45 52 • Факс: +39 02 48 95 45 48

Эл. почта: info@libreriaaeiou.eu • Веб-сайт: <http://www.libreriaaeiou.eu/>

ЯПОНИЯ

Maruzen Co., Ltd.

1-9-18 Kaigan, Minato-ku, Tokyo 105-0022, JAPAN

Телефон: +81 3 6367 6047 • Факс: +81 3 6367 6160

Эл. почта: journal@maruzen.co.jp • Веб-сайт: <http://www.maruzen.co.jp>

НИДЕРЛАНДЫ

Martinus Nijhoff International

Koraalrood 50, Postbus 1853, 2700 CZ Zoetermeer, NETHERLANDS

Телефон: +31 793 684 400 • Факс: +31 793 615 698

Эл. почта: info@nijhoff.nl • Веб-сайт: <http://www.nijhoff.nl>

Swets Information Services Ltd.

PO Box 26, 2300 AA Leiden

Dellaertweg 9b, 2316 WZ Leiden, NETHERLANDS

Телефон: +31 88 4679 387 • Факс: +31 88 4679 388

Эл. почта: tbeysens@nl.swets.com • Вебсайт: <http://www.swets.com>

СЛОВЕНИЯ

Cankarjeva Založba dd

Kopitarjeva 2, 1515 Ljubljana, SLOVENIA

Телефон: +386 1 432 31 44 • Факс: +386 1 230 14 35

Эл. почта: import.books@cankarjeva-z.si • Веб-сайт: http://www.mladinska.com/cankarjeva_zalozba

ИСПАНИЯ

Díaz de Santos, S.A.

Librerías Bookshop • Departamento de pedidos

Calle Albasanz 2, esquina Hermanos Garcia Noblejas 21, 28037 Madrid, SPAIN

Телефон: +34 917 43 48 90 • Факс: +34 917 43 4023

Эл. почта: compras@diazdesantos.es • Веб-сайт: <http://www.diazdesantos.es/>

СОЕДИНЕННОЕ КОРОЛЕВСТВО

The Stationery Office Ltd. (TSO)

PO Box 29, Norwich, Norfolk, NR3 1PD, UNITED KINGDOM

Телефон: +44 870 600 5552

Эл. почта (заказы): books.orders@tso.co.uk • (справки): book.enquiries@tso.co.uk • Веб-сайт: <http://www.tso.co.uk>

СОЕДИНЕННЫЕ ШТАТЫ АМЕРИКИ

Bernan Associates

4501 Forbes Blvd, Suite 200, Lanham, MD 20706-4391, USA

Телефон: +1 800 865 3457 • Факс: 1 800 865 3450

Эл. почта: orders@bernan.com • Веб-сайт: <http://www.bernan.com>

Renouf Publishing Co. Ltd.

812 Proctor Avenue, Ogdensburg, NY 13669, USA

Телефон: +1 888 551 7470 • Факс: +1 888 551 7471

Эл. почта: orders@renoufbooks.com • Веб-сайт: <http://www.renoufbooks.com>

Организация Объединенных Наций (ООН)

300 East 42nd Street, IN-919J, New York, NY 1001, USA

Телефон: +1 212 963 8302 • Факс: +1 212 963 3489

Эл. почта: publications@un.org • Веб-сайт: <http://www.unp.un.org>

Заказы платных и бесплатных публикаций можно направлять непосредственно по адресу:

IAEA Publishing Section, Marketing and Sales Unit, International Atomic Energy Agency

Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria

Телефон: +43 1 2600 22529 или 22488 • Факс: +43 1 2600 29302

Эл. почта: sales.publications@iaea.org • Веб-сайт: <http://www.iaea.org/books>

Обеспечение безопасности с помощью международных норм

«Обязанность правительств, регулирующих органов и операторов во всем мире – обеспечивать полезное, безопасное и разумное применение ядерных материалов и источников излучения. Нормы МАГАТЭ по безопасности предназначены способствовать этому, и я призываю все государства-члены пользоваться ими.»

Юкия Аmano
Генеральный директор

МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ
ВЕНА

ISBN 978-92-0-400914-9

ISSN 1020-5845